C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 91,0 % dos totais do País.*

SETEMBRO

I — Breve nota mensal

No corrente mês foi ligada à Subestação de Sacavém da CNE a Subestação da Companhia dos Caminhos de Ferro Portugueses, para a execução de ensaios, relacionados com a electrificação dos caminhos de ferro.

No aspecto hidrológico deve continuar a assinalar-se a forte hidraulicidade verificada.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	126,7	149,6	+ 18
Produção térmica (P_t)	4,6	0,0	—100
Produção total (P_T)	131,3	149,6	+ 14
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	19,6	30,4	+ 55
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	104,8	112,0	+ 6
Consumo total (C_T) . . . . (1)	124,4	142,4	+ 14

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

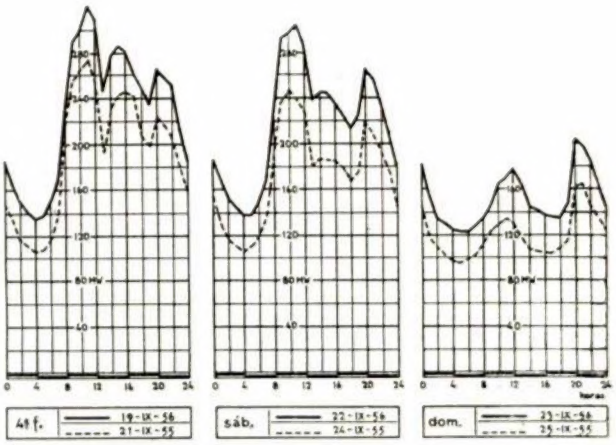
	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	1229,1	1446,7	+ 18
Produção térmica (P_t)	35,6	3,6	— 90
Produção total (P_T)	1264,7	1450,3	+ 15
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	268,2	350,1	+ 30
Cons. permanentes (C_p) . . . (1)	948,6	1048,7	+ 11
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	1216,8	1398,8	+ 15

Nota:

(1) Vidé nota correspondente ao mês de Agosto de 1956.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	21-9-955	19-9-956
Produção hidráulica (P_h) — MWh	4714	5518
Produção térmica (P_t) — MWh . .	90	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	4804	5518
Utilização da ponta (U) — horas	17,6	17,2
Factor de carga (α)	0,73	0,72
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,38	0,42



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada	
	GWh	% (1)
Venda Nova	71,4	54,4
Salamonde	17,9	64,3
Caniçada	19,0	56,5
Guilhofrei	2,7	33,1
Lagoa Comprida	18,5	62,7
Santa Luzia	16,0	47,1
Cabril	191,3	57,7
Castelo do Bode	147,3	89,7
Pracana	2,5	24,3
Póvoa	7,4 (2)	58,8
Total		

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras, definido como se indica na nota correspondente ao mês de Agosto de 1956.

(2) Inclui 1,6 GWh armazenado no açude do Poio.

C. D. U. 627.133 : 532.556/6 : 624.2/8

PONTES E PONTÕES
SUA SECÇÃO DE VAZÃO

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) FRANCISCO VAZ PACHECO DE CASTRO

O estudo que a seguir se publica — elaborado na Repartição de Construção dos Serviços Fluviais da Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos — diz respeito a um problema cuja resolução nem sempre é simples, dada a multiplicidade de factores a ter em conta para se conseguir resolvê-lo na medida simultâneamente mais económica e segura, como se impõe em face do grande número de obras em que surge.

É objectivo da publicação facilitar a missão dos técnicos não especializados em hidráulica que da matéria tenham que ocupar-se.

I — Preâmbulo

Muito embora a hidráulica tenha progredido em conhecimentos com a aplicação dos princípios energéticos, problemas há que se mantêm insusceptíveis de cabal resolução teórica, recorrendo os especialistas a processos aproximados, a ensaios laboratoriais, ou à experiência, para os resolver.

São infelizmente numerosos os problemas que se apresentam neste estado deficiente de conhecimentos e, quando muito, são eles precàriamente resolvidos por meio de cálculos laboriosos a que tem sempre de presidir um são critério de prudência.

A determinação da secção de vazão de uma ponte, problema que à primeira vista parece simples, encerra, contudo, suficiente complexidade para que não seja fácil encontrar-lhe solução definida.

Muitas e diversas fórmulas têm sido aconselhadas, algumas delas fornecendo resultados que pràticamente se têm mostrado satisfatórios dentro do grau de aproximação com que em geral se trabalha, mas a verdade é que, teòricamente, nenhum método existe que possa aplicar-se com a devida segurança a qualquer caso, tais são, usualmente, as variações dos dados com que é forçoso lidar.

Recentemente, procedeu o Laboratório Nacional de Engenharia Civil a um trabalho de síntese e compilação desta matéria, do qual trata a publicação n.º 53 de 1954, da autoria do Engenheiro Armando Lencastre.

Este trabalho é digno de menção muito honrosa para o seu autor, pois consegue condensar, concisa e precisamente, toda a ciência de conhecimentos necessários à compreensão do problema.

Contudo, por se verificar que, para a maioria dos técnicos, o assunto pode ainda continuar a parecer obscuro, especialmente no que respeita a aplicações práticas, tenta-se com o presente trabalho esclarecer e completar aquela publicação, especialmente expondo o método, aparentemente pouco claro, que normalmente temos seguido na determinação ou verificação de inúmeros casos, no desempenho de funções oficiais na Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos.

II — Bases do problema

Ao pretender-se fazer atravessar uma determinada linha de água por uma via de comunicação, é necessário prever as condições em que esse fim pode ser atingido sobre bases económicas convenientes.

Se for aceitável a interrupção da via de comunicação por períodos curtos e se for reduzida a frequência das cheias excepcionais, pode encarar-se, por mais barata, a construção de uma passagem submersível, utilizando para isso obras resistentes mas aligeiradas que aguentem o ímpeto das águas, sem causar grandes perturbações no escoamento quando ficarem submersas.

Se o caudal é quase sempre muito reduzido ou chega mesmo a ser nulo, a passagem submersível pode consistir apenas numa consolidação e regu-

larização do leito e das margens, colocando, quando muito, poldras devidamente espaçadas para trânsito dos peões.

Se, porém, a altura do escoamento atingir valores que impeçam a utilização do leito do rio como pavimento, periòdicamente, pode então ser executada uma estrutura elevada — ponte ou pontão submersíveis — que permita, sem galgamento, o escoamento dos caudais mais frequentes.

No caso de, como quase sempre acontece, não ser aceitável, pela importância da via de comunicação, que esta seja interrompida, mesmo temporàriamente, necessário se torna que a obra de arte a executar, ponte ou pontão, seja dimensionada de maneira a permitir o escoamento do máximo caudal de cheia sem que a obra de arte seja sobrepujada e sem que do seu funcionamento resultem quaisquer prejuízos.

Interessa portanto, em primeiro lugar, a determinação do caudal a que a obra deverá dar vazão; tem lugar a aplicação dos princípios da hidrologia, de que, neste trabalho, nos não ocuparemos.

Entre nós, tem-se feito normalmente uso das fórmulas de Iszkowski e de Giandotti, a primeira das quais relativamente simples na sua aparência mas exigindo pràtica suficiente para avaliação dos coeficientes que nela entram, dependentes de múltiplos factores. A segunda daquelas fórmulas pressupõe o conhecimento do valor da precipitação em espaço de tempo determinado, dado este que nem sempre é possível obter com suficiente rigor.

Parece-nos pois aconselhável que a determinação deste elemento, isto é, do caudal para o qual uma determinada obra de arte deverá ser dimensionada, seja normalmente feita pelos Serviços Oficiais especializados na matéria, tanto mais que esse caudal pode não corresponder à màxima cheia previsível, se assim o aconselhar a reduzida frequência desta última cheia.

Além disso, na determinação dos caudais de cheia, deve ter-se em conta a evolução permanente dos dados básicos desse cálculo, o que só é possível pelo conhecimento dos elementos hidrológicos que constantemente os Serviços registam.

Uma vez reconhecida a linha de água a atravessar e o local do estabelecimento da ponte, o que se registará em extracto da carta 1:25.000 ou 1:50.000, deve ser solicitado o parecer das entidades oficiais, indicando-se o fim a que a obra se destina, para que o caudal a considerar seja devidamente determinado.

Conhecido este elemento, passar-se-à ao estudo do modo como o escoamento desse caudal deve dar-se, o que exige o conhecimento mais ou menos pormenorizado das condições locais.

III — Escoamento em superfície livre

Sob a acção da gravidade, a água caminha à superfície livre do solo no sentido de ocupar as depressões.

Pela sua concentração, formam-se linhas de água de crescente importância; a energia do escoamento, através da acção erosiva da corrente, conduz à formação de leitos mais ou menos definidos e que, continuamente, se vão adaptando à função de vias de drenagem naturais, tendendo para perfis de equilíbrio.

Os escoamentos em superfície livre dizem-se permanentes sempre que se verifica a constância do caudal que passa. Um escoamento permanente será uniforme no caso ideal em que além do caudal, se mantenham constantes, ao longo do troço que se considera, todas as suas restantes características; no caso contrário, diz-se que o escoamento permanente é variado.

Escoamentos não permanentes, ou sejam aqueles em que não há constância do caudal que passa, não são de considerar no estudo do problema de que se ocupa o presente trabalho.

É essencial conhecer com suficiente aproximação a forma como, sob o ponto de vista hidráulico, se comporta o troço da linha de água onde se pretende implantar a obra de arte, tendo em mente que esta, provàvelmente, irá constituir um ponto singular obrigando o escoamento a passar a variado, se o não for já.

Tem especial interesse verificar da existência de singularidades (outras pontes, confluências, açudes, etc.) para se considerarem se fôr caso disso.

Em qualquer dos tipos de escoamento livre a que nos acabamos de referir, a energia por unidade de peso de líquido escoado através de determinada secção, será:

$$E = h \cos \Theta + \alpha \frac{Q^2}{2g\, S^2} + Z$$

onde Z representa a cota topográfica do leito na secção considerada, S a área útil da secção transversal, g a aceleração da gravidade, Q o caudal, h a altura de água contada a partir do fundo do leito, Θ o ângulo formado pelo fundo do canal com a horizontal e α um coeficiente que atende à distribuição não uniforme das velocidades na secção transversal útil.

Este coeficiente aproxima-se, para os casos correntes, da unidade, motivo por que, atendendo ainda a que normalmente é pequena a inclinação média que possuem os leitos das linhas de água, se pode escrever que a energia específica em relação ao fundo se exprime por

$$E = h + Q^2/2g\ S^2$$

ou

$$E = h + V^2/2g$$

se fizermos $V = Q/S$ (velocidade média).

A função considerada representa uma determinada superfície; interceptando-a por planos perpendiculares a cada um dos 3 eixos coordenados a que já está referida, obteremos curvas de variações de dois quaisquer dos três parâmetros, E, h ou Q, conservando o terceiro constante.

No caso das secções de vazão, toma-se $Q =$ $=$ constante, quere dizer, consideram-se sempre escoamentos permanentes.

Repare-se que a energia específica E é a soma de duas parcelas, uma $\varepsilon = V^2/2g$ que designaremos por energia cinética e outra h, altura de água, que é a energia potencial.

A curva representativa da função E num plano de eixos $\overline{EE}$ e $\overline{hh}$ (fig. 1), possui dois ramos assintóticos, um do eixo dos $\overline{EE}$ e outro da linha recta de equação $E = h$, ramos esses que têm a sua origem num ponto notável correspondente a um mínimo de E, seja E_c, correspondente a h_c.

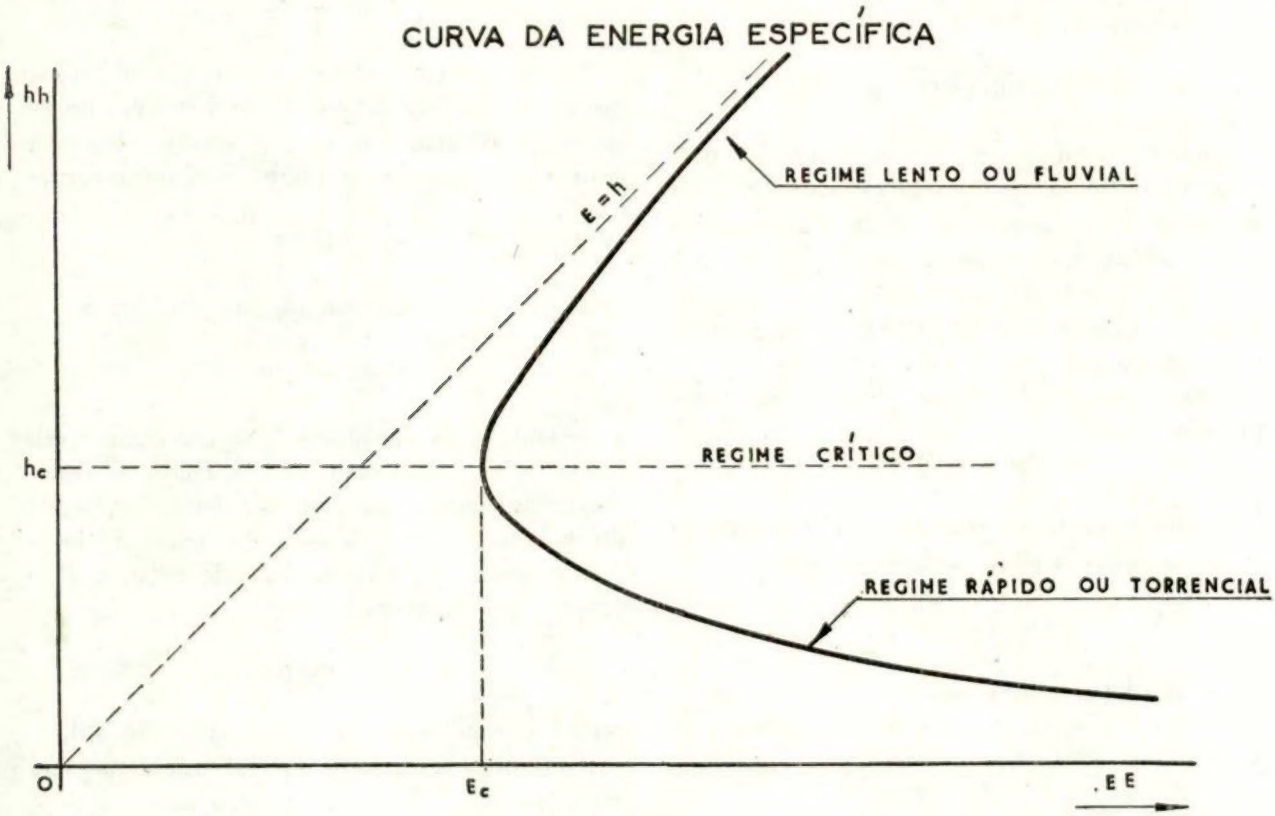


Fig. 1

Isto é, para qualquer regime permanente em dado leito, existe um valor mínimo de energia, abaixo do qual o escoamento do caudal considerado se não pode dar. Corresponde-lhe o escoamento crítico e também a energia crítica E_c, a altura crítica h_c e a velocidade crítica V_c.

Se traçarmos uma curva $Q = f(h)$ correspondente a $E =$ const. verificaremos a existência de um valor máximo de Q, e um só, cujo escoamento seria possível para essa energia.

Anote-se, quanto à curva da fig. 1, que é pos-

sível o escoamento do caudal $Q = \text{const.}$ para valores de E superiores ao crítico E_c e, ainda mais, que para cada valor de $E > E_c$, correspondem ao escoamento do mesmo caudal Q, duas alturas de água diferentes.

Uma destas alturas, a menor, corresponde ao ramo assintótico dos $\overline{EE}$, onde as velocidades são elevadas, e por isso se diz que o regime é *rápido* ou torrencial.

A outra, corresponde a velocidades reduzidas e ao regime *lento* ou *fluvial*.

A partir da condição de mínimo da função E (h), se obtém.

$$S\sqrt{S/b} = Q/\sqrt{g}$$

na qual *b* é a largura da secção líquida à superfície livre e S a secção correspondente; esta expressão permite-nos fàcilmente determinar a altura crítica h_c, bastando para isso traçar a curva de variação da expressão $S\sqrt{S/b}$ com h, altura de água, e verificar qual a altura que corresponde ao valor de $Q/\sqrt{g}$.

Para os canais de forma rectangular, a expressão

$$S\sqrt{S/b} = Q/\sqrt{g}$$

simplifica-se bastante, podendo obter-se directamente o valor da altura crítica que será

$$h_c = \sqrt[3]{Q^2/b^2 g},$$

sendo b a largura do canal.

Poderá ainda ter interesse o conhecimento da velocidade crítica

$$V_c = \sqrt{g} \times \sqrt{s/b},$$

cujo valor, em secção rectangular, corresponde à velocidade de propagação das pequenas perturbações.

Para o estudo subsequente tem ainda interesse a curva da fig. 2 que nos dá a variação da energia cinética com a altura de água h para Q constante; esta curva tem dois ramos assintóticos aos eixos coordenados adoptados, o dos $\overline{EE}$ e o dos $\overline{hh}$. Tem especial interesse o facto do ponto de tangência, nesta curva, de uma recta de coeficiente angular

$$dh/d\varepsilon = -1,$$

corresponder exactamente aos valores de h_c e V_c, isto é, ao regime crítico, como fàcilmente se pode demonstrar.

Definimos já escoamento uniforme.

Para este regime de escoamento temos que, não havendo variação da energia específica de secção para secção, a perda total de energia ao longo de um troço de comprimento horizontal dx, sendo i a inclinação longitudinal do leito, será exactamente

$$-dH = i\,dx.$$

Os parâmetros característicos de um tal escoamento podem ser definidos por diversas fórmulas, entre as quais nos merece especial referência a de Chézy que pode escrever-se sob a forma

$$Q = K\sqrt{i},$$

sendo i a inclinação longitudinal do leito e

$$K = SC\sqrt{R}$$

a capacidade de transporte da secção transversal. Nesta última expressão, C é o factor de resistência de Chézy, que pode ser determinado por diversas fórmulas ou tabelas em função da natureza e estado do leito de linha de água, e R o raio hidráulico, definido por

$$R = S/p,$$

sendo p o perímetro molhado da secção útil.

Para uma secção transversal adoptada será fácil traçar a curva de variação da capacidade de transporte em função da altura h, ou

$$K = f(h) = SC\sqrt{R},$$

a partir da qual se determina a altura uniforme h_u ou seja a que corresponde a

$$K_u = Q/\sqrt{i}.$$

Ser-nos-há também fácil determinar a inclinação i que deve dar-se ao leito para que, em regime uniforme e para uma determinada altura de água, seja possível o escoamento dum dado caudal Q. Para isso bastará determinar o valor de K correspondente à altura h dada, e determinar a inclinacão por $i = Q^2/K^2$.

É evidente que o escoamento uniforme pode ser lento, rápido ou crítico, conforme o valor da altura de água que lhe corresponder.

Analisemos o caso mais geral dos escoamentos variados que atrás definimos.

sagem do caudal considerado através desse obstáculo;

b — ou, pelo contrário, representam uma chamada de água, como no caso de um aumento repentino de inclinação.

CURVA DA ENERGIA CINÉTICA

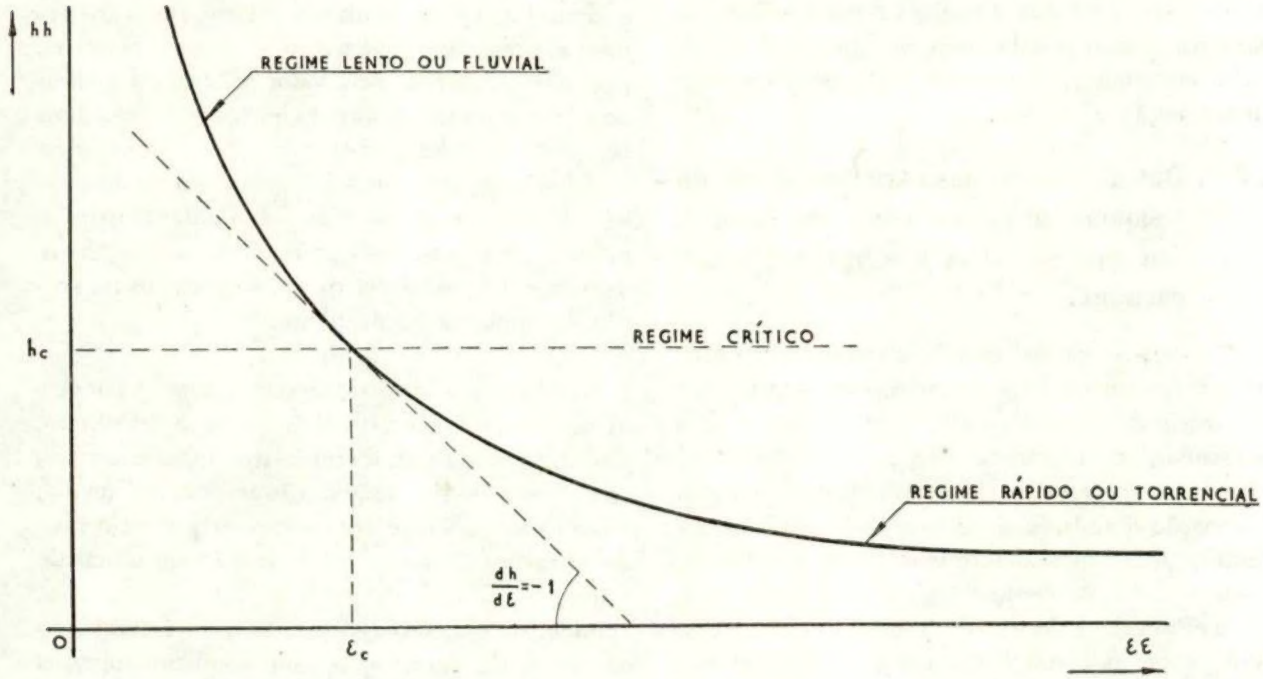


Fig. 2

Numa dada linha de água podem existir singularidades locais, tais como um estreitamento súbito do leito (caso de uma ponte), um açude, uma mudança brusca da inclinação longitudinal, etc., que provocarão mais ou menos bruscas alterações das características do escoamento, o qual depois tenderá mais ou menos ràpidamente, para as condições correspondentes ao movimento uniforme tal como existiria se não tivesse sido alterado pela singularidade local.

Esses acidentes locais podem, em geral, provocar perturbações de duas formas, a saber:

a — ou representam uma obstrução da secção, quer por redução de largura — caso de uma ponte —, quer por alteamento súbito do leito, e a energia a montante terá provàvelmente que modificar-se, crescendo o suficiente para poder despender o excesso de trabalho que exige a pas-

É oportuno neste momento fazer notar como pode aumentar ou diminuir a energia do escoamento de um determinado caudal.

Nessa variação intervém apenas a única força actuante, a gravidade; consequentemente uma energia específica maior pode resultar, ou de um aumento de inclinação do leito, que provoque elevação da parcela cinética da energia total, com diminuição menor da parcela potencial, ou ainda, de um acréscimo de altura do escoamento (energia potencial) com redução menor da parcela cinética.

O primeiro caso corresponde ao regime rápido; o segundo caso ao lento. Compreenderemos, assim, que em regime lento a energia específica cresça com a altura de água e que o contrário se dê em regime rápido.

A existência de singularidades no leito de um rio permite, nalguns casos, definir com relativa aproximação os parâmetros do escoamento nessa

secção. Se se trata de uma chamada brusca, obrigando o escoamento a passar de lento a rápido, é evidente que próximo da secção singular teremos o regime crítico (que sabemos definir) por ser a ele que corresponde o mínimo de energia. Pelo contrário, se tivermos um açude, uma elevação suficientemente brusca do leito ou um estrangulamento pronunciado, pode ser que na secção dessa singularidade o regime também seja crítico, pois que a energia específica aumentará até atingir o valor mínimo que torne possível o escoamento do caudal considerado através dessa secção obstruída.

IV — Determinação das características do escoamento no troço da linha de água em que se situa a singularidade a estudar.

A partir do caudal que deve interessar ao problema em causa, e do levantamento topográfico do troço da corrente onde ficará situada a obra a estudar, levantamento este que nos fornecerá elementos a respeito da secção transversal, da inclinação longitudinal e das singularidades existentes, poderemos determinar todas as características do escoamento nesse troço do rio, a fim de averiguarmos depois, da influência que a obra terá sobre as condições em que o caudal considerado se escoa no troço em causa.

Parte-se quase sempre da hipótese, mais ou menos próxima da realidade, de que o escoamento se irá dar em condições muito próximas das correspondentes ao regime uniforme, especialmente quando se verifica que ao longo de algumas centenas de metros para jusante e para montante da secção correspondente à obra de arte (extensão igual a cerca de 10 vezes a largura do leito com o mínimo de 100 metros), nenhumas singularidades existem com influência no escoamento.

A não existência de açudes, pontes, confluências, mudanças bruscas do leito, quer quanto à secção transversal, quer quanto ao declive, permitem-nos considerar o escoamento como uniforme, desde que se tome para secção transversal uma secção média do leito, a obter da sobreposição dos traçados de diversos perfis transversais se estes não forem excessivamente diferentes entre si.

Poderemos, assim, determinar os parâmetros do escoamento, tais como altura de água, velocidade, energia específica, energia potencial e cinética, e definir o regime, lento, crítico ou rápido, em que se dará esse escoamento.

Se a variação das inclinações longitudinais do leito, no troço em estudo, forem sensíveis, podendo até dar lugar à mudança do regime, prudente se torna fazer a sua análise para cada inclinação existente.

Sendo o regime lento, ou rápido, se a variação das alturas de escoamento é muito pequena, podemos tomar o seu valor médio, ou melhor aquele que mais desfavorável for ao nosso fim; se, pelo contrário, essa variação é sensível, a partir de um dos perfis extremos (do de jusante se o regime for lento e do de montante para o rápido) dever-se-á aplicar a teoria do regolfo e determinar os parâmetros mais prováveis na secção de implantação da ponte.

Na hipótese contrária, de serem muito variáveis as secções transversais úteis do leito do ribeiro, será necessário considerar troços independentes, correspondentes a uma secção transversal média, e para eles proceder como se referiu para o caso de variações sensíveis de declive longitudinal de fundo.

Pode, porém, suceder que, no troço interessado da linha de água, apareçam condicionamentos locais, como por exemplo um açude, que definam o escoamento. Se assim for começar-se-á por determinar a influência de tais condicionamentos.

Se o regime for lento e o acidente existir a jusante da secção que interessa, a sua importância é primordial, porquanto dele pode resultar uma elevação sensível do nível de água (caso de obstrução ou redução de declive) ou, pelo contrário, um abaixamento das alturas de escoamento na hipótese de um alargamento ou mudança para regime de maior velocidade.

Se o regime for rápido, os acidentes existentes a jusante não terão influência, a não ser que deles resulte mudança de regime por necessidades energéticas (caso de um açude ou obstrução pronunciada). Contudo, veremos mais tarde que no caso de escoamento em regimes rápidos, o problema das secções de vazão deve ser encarado por forma especial.

Finalmente, nos casos em que o escoamento se aproxima do estado crítico, muito cuidado se deve ter ao avaliar o que se passa, pois a situação

é então bastante instável, prestando-se qualquer pequeno acidente a provocar alterações notáveis no escoamento.

Por prudência, devemos procurar afastar a obra de arte em causa dos troços onde o regime seja pouco estável.

V — Influência de uma variação de secção

A construção de uma ponte representa a introdução, no escoamento, de uma singularidade, geralmente localizada, dado que quase sempre é reduzida a extensão da corrente ocupada pela obra de arte. Se o não for, o que é raro, deverá ser feito o estudo das características do escoamento em todo o troço da corrente com dimensões ou inclinação do leito alteradas pela obra de arte.

No estudo da secção de vazão de uma ponte ou pontão haverá em muitos casos, uma contracção da veia líquida à entrada da ponte e uma expansão à saída.

A existência de uma *contracção*, quer por redução lateral, quer pela presença de pilares, quer ainda devida à simultaneidade dos dois factores, provoca sem dúvida uma perda localizada de energia, despendida para vencer a resistência oposta por aqueles obstáculos. Essa perda será função da forma e dimensões de tais obstáculos.

Se for insuficiente a energia própria do escoamento para vencer a passagem através da ponte e as correspondentes perdas, o escoamento, a montante, terá que modificar-se, criando a energia mínima suficiente.

Daqui resulta que, se o regime for rápido, produzir-se-á um ressalto hidráulico a montante, porquanto o aumento necessário de energia exigirá a passagem do regime rápido ao lento. Desse ressalto resultará uma diminuição brusca de velocidade e consequentemente deposição contínua de carrejos a montante da ponte, com possível obstrução desta logo que o caudal diminua.

Esta circunstância obriga-nos à condição especial de, por prudência, se não aceitar a construção de pontes que representem qualquer contracção, quando se trate de regimes rápidos, devendo a obra de arte neste caso ser projectada e executada de tal forma que mantenha livre a secção transversal util do leito do rio.

Deste condicionamento, porém, pràticamente não resulta grave prejuízo, porquanto as linhas de água de regime rápido possuem na generalidade secções reduzidas que não exigem obras de vulto.

No caso de se desejar, apesar de tudo, executar uma obra de dimensões mais reduzidas, que possa representar uma contracção do leito do ribeiro, embora pequena, será necessário demonstrar com suficiente grau de aproximação que o regime se manterá sempre rápido, contando além disso com as necessárias folgas para atender à hipótese de o vão poder ser parcialmente obstruído por qualquer corpo flutuante em ocasiões de cheias excepcionais.

Cabe aqui a oportunidade de mais uma recomendação quanto às variações de secção: temos verificado que, quando o vão linear de uma ponte é superior à largura do leito menor da linha de água, se pretende por vezes alterar as dimensões e a forma do leito menor, ampliando-o para as dimensões atribuídas à ponte, de onde resulta que a obra de arte passa a constituir uma expansão localizada. Neste caso e muitas vezes, provoca-se aí o depósito de carrejos os quais, cimentando-se com o tempo, acabam por lentamente obstruir a secção da ponte, podendo esta mostrar-se mais tarde insuficiente para a vazão dos caudais de cheia. Deve portanto evitar-se esta circunstância, mantendo o leito menor quando este exista, e prevendo as coisas por forma a que a obra de arte não venha a introduzir perda de velocidade do escoamento.

Vejamos agora o que se passa à saída da obra de arte.

Um alargamento de secção origina perdas do tipo «Borda», tanto maiores quanto mais brusca for a variação da secção.

Se as perdas nesta transição forem tais que a energia restante seja inferior à que corresponde ao escoamento uniforme de jusante, dois casos se podem dar, a saber:

a — ou o regime de jusante é rápido, e então a actuação da gravidade será suficiente para que a parcela cinética se eleve, baixando o nível de água;

b — ou esse regime é lento, e então temos o caso do escoamento afogado, com influência que é preciso determinar, quer sobre o escoamento através da obra de arte, quer a montante.

Se porém as perdas do tipo «Borda» não são suficientes para absorver todo o excesso de energia, isto é, se depois de passada a obra de arte e todas as suas transições, a água vier animada de energia superior à que corresponde ao escoamento de jusante, então temos:

a' — se o escoamento a jusante é rápido, assim continuará, embora com menor velocidade, gradualmente perdida;

b' — se a jusante o escoamento é lento, poder-se-á dar um ressalto hidráulico que dissipará localmente esse excesso de energia.

Como acabamos de ver, o problema da expansão não apresenta condicionamentos tão importantes como o da contracção, excepção feita para a hipótese do escoamento a jusante da ponte ser afogado, em que terá de entrar-se com essa circunstância nos cáculos respectivos.

Notaremos que é prudente, (especialmente no caso *b'*) prever o ensoleiramento do leito sob a obra de arte e do troço que lhe fica imediatamente a jusante, caso se não possa reduzir para limites compatíveis com a natureza do mesmo leito, a velocidade do escoamento através da obra de arte.

Na hipótese de o terreno do leito do rio não ser suficientemente resistente, será prudente, se não se quiser ensoleirá-lo, prever a obra de arte de tal modo dimensionada que, mesmo através dela, o escoamento se faça para uma altura superior à do regime crítico, a fim de se evitar o possível ressalto de dissipação a jusante.

Não deve esquecer-se que o estado crítico é, por natureza, bastante instável e pode acarretar surpresas que convém evitar.

VI — Algumas fórmulas para a verificação de secções de vazão de pontes.

Antes de expor o método que usualmente temos seguido no estudo das secções de vazão das pontes e pontões, citaremos algumas das fórmulas mais usuais, não deixando porém de referir que, à base dos conhecimentos actuais, parece absolutamente inviável tratar teòricamente da determinação quantitativa do problema, dado serem muitos e variados os factores que nele intervêm.

Qualquer dos métodos se baseia especialmente em dados colhidos da experiência, ou obtidos a partir de modelos, visando a resolução de casos práticos, razão pela qual se referem às variações dos níveis de água e não às perdas de energia, o que pouco importa dado que umas e outras se encontram relacionadas.

Uma das fórmulas que merece menção pelo seu interesse histórico é a chamada de «Séjournée», a qual fornece directamente, a partir da área da bacia hidrográfica a montante da secção considerada, o vão linear que deve dar-se à obra de arte; é uma expressão puramente empírica e que não podemos deixar de condenar pela omissão quase total que faz dos dados do problema.

No entretanto, foi utilizada durante largos anos.

Podemos de seguida fazer referência às fórmulas de D'Aubuisson, Rehbock, Nagler e Yarnell, bem como ao método de Kock e Carstanjen, todas elas devidamente tratadas na publicação n.º 53 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, da autoria do Engenheiro Armando Lencastre.

A fórmula de Rehbock é talvez a de aplicação mais acessível e dispõe de merecido crédito conferido por inúmeras aplicações e ensaios realizados; contudo, não só é aplicável apenas a escoamentos lentos, como ainda o valor σ se apresenta por vezes de determinação deficiente. Para regimes rápidos, o último método parece ser o que fornece resultados mais próximos da realidade; fundamenta-se no teorema de Euler a respeito da quantidade de movimento e, o que importa notar, não entra em consideração com a forma dos pilares ou encontros, mas sim e apenas, com a relação entre o vão total e o vão livre. A sua aplicação afigura-se-nos mais simples do que a de qualquer das outras fórmulas. Estas, por sua vez, apenas são válidas dentro de certos condicionamentos, especialmente para regimes lentos.

Além do referido, interessa-nos considerar o que é exposto por H. W. King, para transições com altura de água superiores à crítica. Aí se refere que, se um canal transportando água com velocidade V_1 passa a ter a secção mais pequena na qual a velocidade é V_2, a queda total da superfície da água será:

$$\Delta h = \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} + K_1 \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

De modo idêntico, se um canal onde o escoamento se dá com velocidade V_1 aumenta de secção, sendo V_3 a velocidade na secção maior, a elevação do nível de água, Δh, devido à transição, será:

$$\Delta h = \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_3^2}{2g} - K_2 \left(\frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_3^2}{2g} \right)$$

O mesmo autor, de acordo com as leis de Hinds, esclarece que o coeficiente K_3 atinge o valor máximo de 0,5 para variações repentinas de secção, podendo ser reduzido até 0,1 para transições bastantes suaves.

Quanto a K_2, o limite máximo aproxima-se da unidade e o mínimo de 0,2 (excepcionalmente 0,1).

Como dado prático, recomenda-se ainda que uma transição suficientemente suave para que lhe correspondam os valores mínimos de K_3 e K_2, deverá não só ser isenta de todo e qualquer diedro, mas ainda desenvolver-se numa extensão tal que o ângulo de desvio da margem, em planta, seja igual ou inferior a 12,5 graus.

VII — Orientação actual

VII — 1 — Bases Gerais:

Qualquer dos métodos referidos no capítulo anterior, além de apenas permitirem a verificação de uma dada secção de vazão, depois de dimensionada, levam-nos geralmente a cálculos laboriosos que se prestam, por vezes, à ocorrência de lapsos indesejáveis.

Por essa razão procurou-se resolver o problema em bases que, embora igualmente laboriosas, nos permitem acompanhar e discutir a possível solução a adoptar.

Não se trata porém de qualquer novo método, mas sim da resolução gráfica das expressões de King.

Os resultados obtidos, embora ainda insuficientemente confirmados pela experiência, levam-nos a soluções extraordinàriamente semelhantes àquelas a que conduzem a aplicação do método de Kock e a da fórmula de Yarnell.

Chamemos pois a $\Delta h' = h'_1 - h'_2$ a variação de altura de água, isto é, de energia potencial quando o escoamento passa de uma secção onde a velocidade é V_1, para outra mais estreita em que teremos V_2.

Será $\Delta \varepsilon := V_1^2 / 2g - V_2^2 / 2g$ a variação da correspondente energia cinética numa e noutra secção vizinhas da transição.

A fórmula de King diz-nos então que se verificará

$$\Delta h' = -\Delta \varepsilon' \times (1 + K_3) \text{ ou}$$

$$\frac{\Delta' h}{\Delta \varepsilon'} = -(1 + K_3) \text{ podendo fazer-se } (1 + K) = C$$

Chamaremos a C *coeficiente de contracção*, cujos valores variarão, como vimos, entre 1,5 e 1,1.

Se traçarmos as curvas de variação das energias cinéticas em função das enegias potenciais ou alturas de água, para uma e outra secção, temos que os pontos dessas curvas que satisfazem àquela condição se encontrarão sobre uma linha recta cujo coeficientete angular será $(-C)$; fazendo passar esta linha recta pelo ponto representativo do escoamento real numa das curvas — ponto 1 — imediatamente se determinará, pela intercepção da mesma recta com a outra curva, o ponto representativo do escoamento real na secção a que esta última respeita — ponto 2, fig. 3.

Para o caso dos regimes rápidos, que de resto pouco interesse têm para os problemas em estudo, pelo motivo que já referimos, o raciocínio parece continuar válido, devendo apenas o coeficiente K_3 mudar de sinal, motivo por que os valores entre os quais deverá variar C serão 0,5 e 0,9, correspondendo o primeiro deles a transições bruscas.

Vejamos agora o caso de uma expansão, em que o escoamento vai mudar de uma secção com h''_1 e V_1, para outra de maior secção transversal onde teremos h''_3 e V_3.

Chamemos $\Delta h''$ à variação de altura ou energia potencial, e $\Delta \varepsilon''$ à correspondente variação da energia cinética.

Neste caso teremos, de modo idêntico,

$$\frac{\Delta h''}{\Delta \varepsilon''} = -(1 - K_2) \quad \text{ou} \quad \frac{\Delta h''}{\Delta \varepsilon''} = -A$$

e chamamos a $1 - K_2 = A$, *coeficiente de expansão* ou de alargamento, cujos limites de variação serão 0,0 e 0,8, o primeiro dos quais correspondente a expansões bruscas.

De maneira idêntica à anterior, no diagrama das energias cinéticas em função das alturas, os pontos representativos de escoamentos correspondentes deverão encontrar-se sobre uma mesma recta cujo coeficiente angular terá o valor $(-A)$.

Para os casos de regimes rápidos o método afigura-se-nos válido desde que no lugar de $(-K_2)$ se tome $(+K_2)$ advindo para valores limites de A, 2,0 e 1,2, respectivamente para expansões bruscas e suaves.

VII-2 — **Aplicação**

Para conveniente elucidação, vejamos a aplicação do método gráfico que acabamos de expôr. Suponhamos que se deseja fixar a secção de vazão de uma ponte sobre determinado curso de água.

Depois de escolhido aproximadamente o local onde se fará o atravessamento, medir-se-á a área da bacia hidrográfica interessada e, pelos próprios meios, ou melhor, através dos serviços especializados em hidrologia, obter-se-á o caudal para o qual a obra deve ser dimensionada; seja Q.

Reconhecido o local, proceder-se-á ao levantamento topográfico de um troço do rio, cuja extensão deve ser cerca de 20 vezes a sua largura, situando-se a meio desse troço a secção transversal onde, por razões impostas pelo traçado do caminho ou por outras, tais como natureza do terreno e desenvolvimento da linha de água, se prevê que seja construída a obra de arte.

Pelo traçado de diversos perfis transversais e pelo perfil longitudinal, tendo em atenção as singularidades existentes no rio, fazemos o estudo do escoamento ao longo daquele troço, sem considerar a obra de arte a construir.

É útil para este estudo, especialmente se a secção transversal média não fôr de forma simples (como no geral sucede), traçar as seguintes curvas características, sempre em função das alturas de água:

a — a da capacidade de transporte, $K = S\,C\,\sqrt{R}$, que nos fornecerá parâmetros relativos ao escoamento uniforme;

b — a de variação da grandeza $M = S\sqrt{S/b}$, pela qual determinamos a altura crítica (correspondente a $Q/\sqrt{g}$);

c — a das energias específicas totais

$$E = h + \frac{V^2}{2g}$$

d — a das energias cinéticas

$$\varepsilon = \frac{V^2}{2g}$$

Sejam essas curvas as que estão representadas na fig. 4.

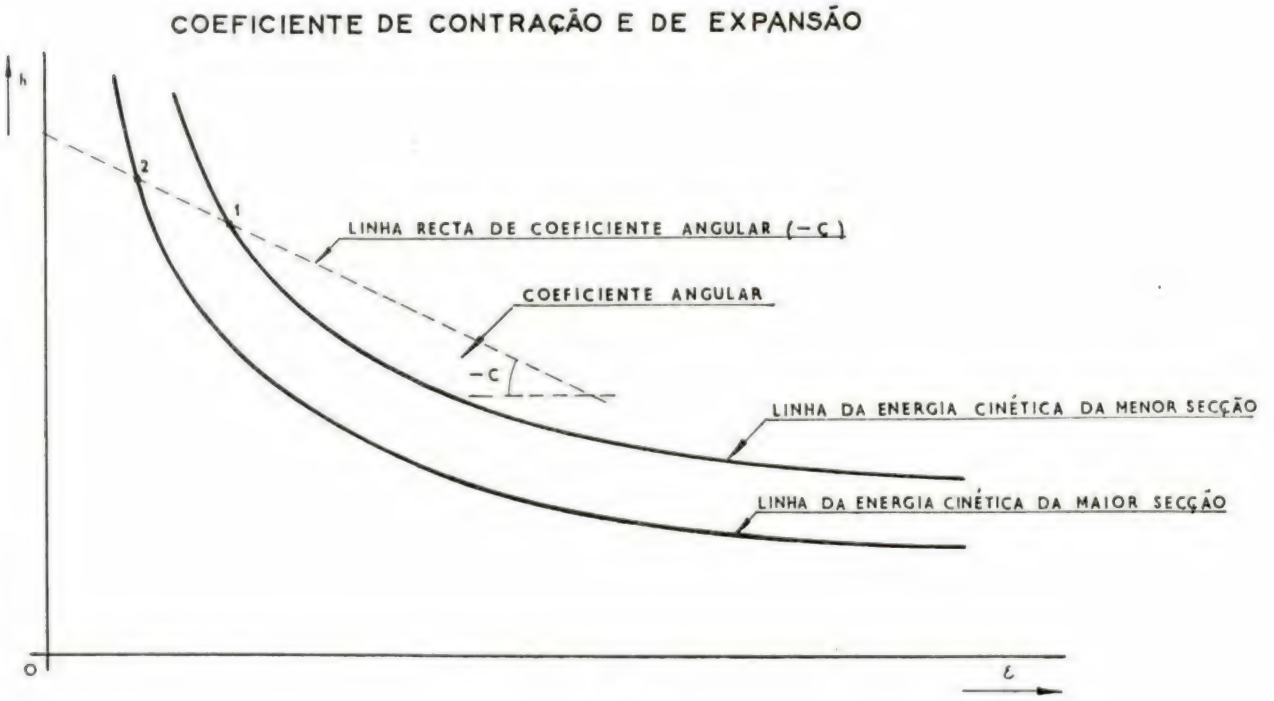


Fig. 3

A partir dos dados colhidos no campo, podemos ainda fixar a altura máxima que a água pode atingir sem provocar prejuízos, bem como a velocidade máxima que podemos admitir para o escoamento, o que depende da natureza do leito.

É lícito marcar no nosso diagrama estes dois limites, um correspondente a uma linha recta perpendicular ao eixo dos $\overline{hh}$, passando pelo valor h_m a partir do qual pode haver prejuízos, outro a uma linha recta perpendicular ao eixo dos $\varepsilon\varepsilon$ e passando pelo valor $\varepsilon_m = V^2/2g$, correspondente ao máximo valor admissível para V.

Do estudo feito a partir das curvas *a*), *b*) e *c*), entrando em linha de conta com a influência de eventuais singularidades existentes no leito, chegaremos à definição do regime de escoamento no troço em causa e à determinação da provável altura de água na secção transversal onde queremos implantar a ponte.

Seja lento o regime e h_1 a altura de água a que corresponderá a energia específica E_1 e a energia cinética ε_1.

Faremos, por hipótese, transições à entrada e saída da ponte, às quais corresponderão, respectivamente, os coeficientes C_1 e A_1.

Ora nós sabemos que, em regime lento, será o escoamento a jusante da ponte, onde existirá uma expansão, que possìvelmente comandará o que se vai passar a montante e, portanto, poderemos fazer passar pelo ponto de coordenadas (h_1, ε_1), correspondente a esse escoamento, uma linha recta de coeficiente angular $-A_1$; para isso basta que por esse ponto se tire uma paralela á linha que unir os pontos de coordenadas ($h = 0$, $\varepsilon = 1$) e ($h = A_1$, $\varepsilon = 0$).

Essa recta, que designamos por ($\overline{AB}$), vai encontrar no ponto B o limite correspondente à velocidade máxima admissível; logo, o ponto B, de coordenadas (h_B, ε_m) poderá desde já servir-nos para definição dos parâmetros do escoa-

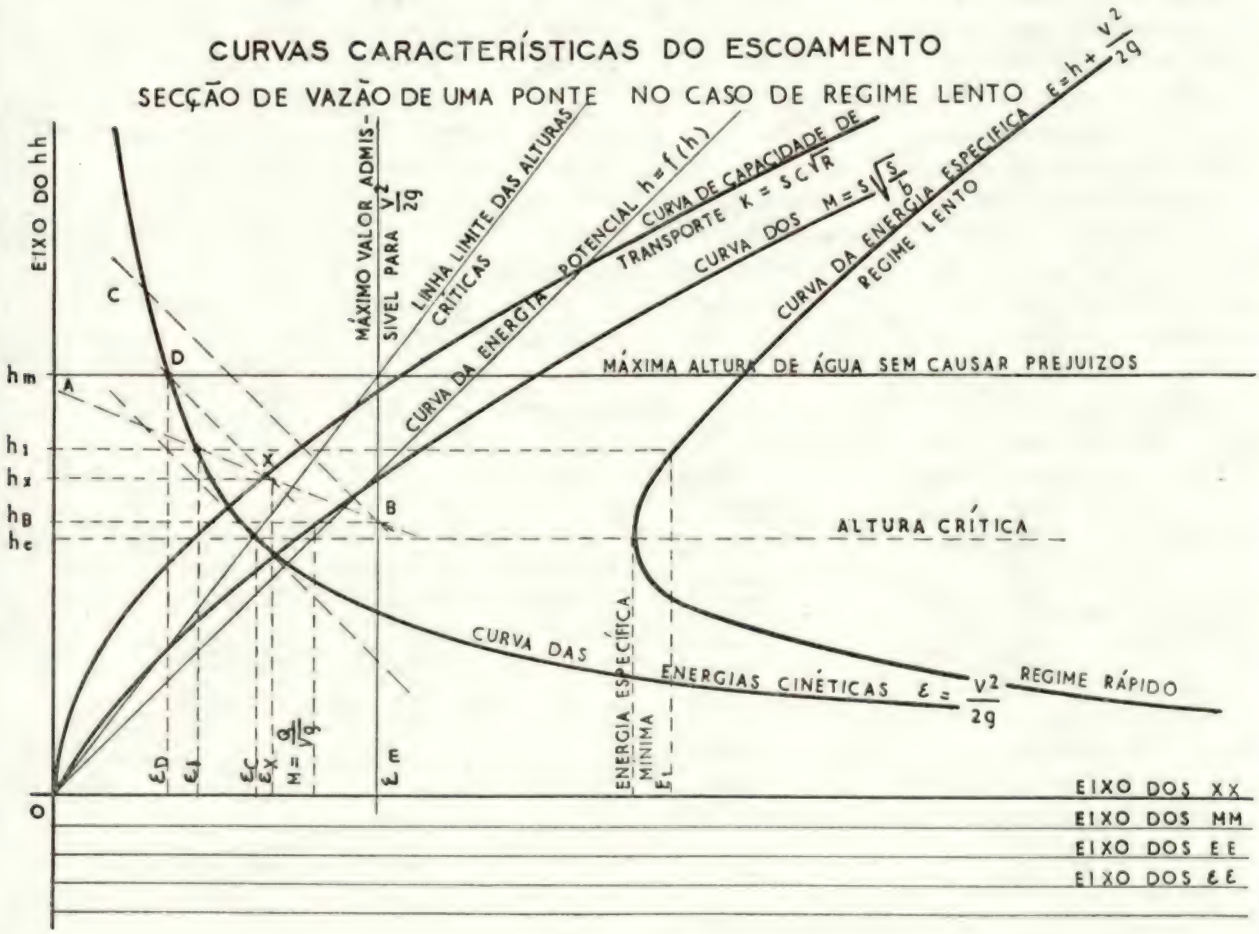


Fig. 4

mento. Dar-nos-á a altura de água e a velocidade na secção da ponte, sendo agora fácil determinar as dimensões exactas que devem adoptar-se, especialmente se desejarmos uma secção rectangular, ou próxima desta, como sucede em geral.

Para isso bastará determinar V a partir de $V = \sqrt{2g\,\varepsilon}$, depois $S = Q/V$ e finalmente, como será sempre $S = f\,(b, h,)$, conhecendo S e h, se obterá b.

Deveriamos ainda admitir uma certa folga, dando à ponte uma altura livre $(h + \Delta h)$ e passar à verificação, determinando a energia específica total a montante, sob a ponte, e a jusante, que devem ser decrescentes.

Tendo, porém, em atenção os condicionamentos inicialmente postos, no que respeita aos valores máximos da altura de água a montante, e da velocidade através da ponte, verificaremos que o ponto de coordenadas (h_B, ε_m) não satisfaz àqueles condicionamentos.

Vejamos porquê.

Teremos uma contracção a montante da ponte e, portanto, devemos verificar se, de facto, B nos conduz a uma altura a montante admissível.

Para isso, a partir do ponto B traçamos a linha recta correspondente ao coeficiente de contracção C_1, a que já nos referimos, exactamente como traçámos a linha $\overline{AB}$, isto é, tirando por B uma paralela à recta que passar pelos pontos de coordenadas $(h = 0, \varepsilon = 1)$ e $(h = C_1, \varepsilon = 0)$.

Verifica-se que essa nova linha recta, $\overline{BC}$, encontra a curva da energia cinética ε acima do ponto h_m, o que significa que a altura de água a montante da contracção será superior à máxima admissível.

Sendo assim, teremos de socorrer-nos da limitação que nos define o ponto D, de coordenadas (h_m, ε_D), a partir do qual traçamos a recta $\overline{DX}$, de coeficiente angular $(-C_1)$; o ponto de intersecção das duas rectas $\overline{AB}$ e $\overline{DX}$, isto é, o ponto X, de coordenadas (h_x, ε_x) satisfaz então plenamente ao nosso problema, muito embora a velocidade de escoamento através da ponte não atinja o valor máximo admissível.

Será para estes valores de ε_x e h_x que determinaremos agora as dimensões da obra de arte, tal como para o ponto B se referiu.

Devemos notar que, se não tivessemos definido o limite h_m para a máxima altura de água a montante, nada nos obrigaria a abandonar a solução correspondente ao ponto B. No entanto, aquela máxima altura, quanto mais não seja, estará limitada pela cota dos acessos à ponte, que não convém que sejam atingidos pelo máximo nível de água, devendo mesmo prever-se uma folga de segurança, adequada para cada caso.

Determinadas as dimensões da obra de arte, convém calcular a altura crítica que, na secção da ponte, corresponde ao caudal Q, a fim de se averiguar se o ponto X que achamos, de coordenadas (h_x, ε_x) se situa, mesmo ligeiramente, no regime lento pois que, se assim não suceder, prudente se torna adoptar outro ponto, situado mais à esquerda, e para o qual o regime será, provàvelmente, lento.

É por vezes útil traçar ainda uma outra linha que nos definirá o regime do escoamento correspondente ao ponto X.

Trata-se da linha de variação das alturas críticas h_c em função das energias cinéticas ε, a qual pode ser traçada por pontos, dado que para uma secção qualquer é

$$S_c = 2\ b\ \varepsilon^c$$

Em geral, a forma que se vai dar à secção livre da ponte é conhecida e portanto também conhecida a relação $S = f\,(h, b)$ que nos permite traçar essa linha.

No caso da secção rectangular, que é a mais usual, teremos que aquela expressão se reduz a

$$h_c = 2\ \varepsilon_c\ ,$$

e a linha procurada, que será uma recta neste caso, terá o coeficiente angular

$$\text{tang}\ \beta = h_c\ /\ \varepsilon_c = 2.$$

No exemplo a que nos referimos verifica-se que o ponto X satisfaz, não sucedendo outro tanto ao ponto B, motivo porque por mais esta razão o deveriamos ter abandonado.

Na hipótese de o regime de escoamento na linha de água ser rápido, tudo se passa de forma idêntica, tendo em atenção a variação dos valores de C e de A e sabendo-se antecipadamente que o escoamento a jusante da obra não terá qualquer influência no que, para montante, vier a passar-se.

Muito embora esta hipótese não seja de reco-

mendar em virtude do que nos capítulos anteriores se referiu, vamos exemplificar.

Suponhamos então, fig. n.º 5, que traçamos a curva de variação da energia cinética em função da altura de água, sendo o escoamento do rio, na secção considerada, definido pelo ponto P de (h_1, ε_1), situado no ramo do regime rápido.

a jusante da ponte. O regime, à custa do trabalho da gravidade, tenderá depois para o estado definido pelo ponto P.

Importa salientar que, no caso agora tratado — escoamento em regime rápido —, a avaliação das perdas de energia através da obra de arte se reveste de delicadeza muito maior do que no

SECÇÃO DE VAZÃO DE UMA PONTE NO CASO DE REGIME RÁPIDO

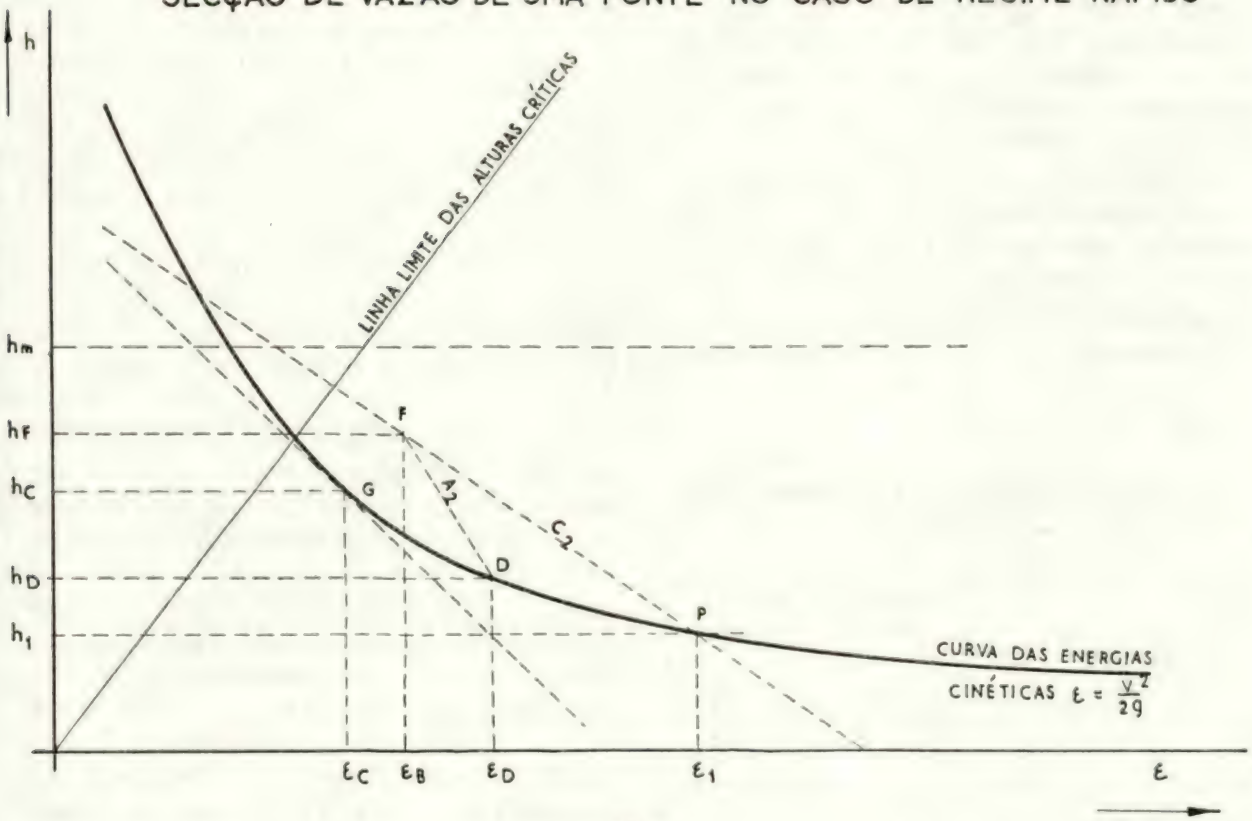


Fig. 5

Por esta razão, devemos partir da altura de montante e teremos inicialmente uma contracção definida pela linha recta $\overline{PF}$, de coeficiente angular C_2. Esta linha recta cortará, por hipótese, a curva de variação da energia cinética correspondente à secção da ponte, no ponto F.

A ordenada h_F daquele ponto, deverá ser nìtidamente inferior à altura h_m que teremos disponível sob a estrutura da ponte e que representa neste caso o limite máximo da altura de água sob a obra de arte, tida em conta folga conveniente.

Traçando agora a recta $\overline{FD}$ correspondente à expansão A_2, determinamos finalmente o ponto D, de coordenadas (h_D, ε_D), que corresponde ao escoamento que se dará na secção imediatamente

caso de regime lento. Pode efectivamente acontecer que, avaliadas por defeito as perdas de energia no atravessamento, elas sejam, na realidade, suficientes para, somadas à mínima energia de passagem na ponte, obrigarem à criação de energia a montante, por não bastar a disponível. Ficaram já apontadas as condições em que isto pode dar-se; vimos que o regime rápido terá que passar a lento, com a provável grande subida do nível de água a montante da ponte e formação de um ressalto, a jusante do qual e até à obra de arte se formarão provàvelmente depósitos de material sólido.

Mais uma vez se aponta e salienta a vantagem de, sobre uma corrente em regime rápido, se construirem apenas pontes ou pontões que dei-

xem totalmente livre e com a mesma forma a secção do leito ocupada pela cheia que se considera.

VII-3 — Valores a admitir para os coeficientes de contracção e expansão

Os valores que já indicamos para limites extremos dos coeficientes C e A, para o regime lento e para o regime rápido, foram necessàriamente obtidos dos referidos por Hinds para K_2 e K_3 por não existirem ensaios experimentais que nos forneçam directamente C e A para a gama considerável de transições.

No entretanto, verificações realizadas pelo método exposto, comparados com os resultados fornecidos pelas fórmulas referidas no Capítulo VI, especialmente a de Rehbock, de Yarnell e o método de Kock e Carstanjen, permitem-nos indicar como mais prováveis os valores da tabela I.

TABELA I

Valores dos coeficientes de contracção C e expansão A

	Regimes lentos		Regimes rápidos	
	Contracção C	Expansão A	Contracção C	Expansão A
Transição brusca: (encontros e pilares rectangulares com arestas vivas)	1,5	0,0	0,5	2,0
Transição média: (encontros e pilares de talhamares circulares)	1,2 a 1,4	0,4 a 0,6	0,4 a 0,6	1,6 a 1,4
Transição suave: (encontros orientados a 12º com curvas de concordância e pilares com perfil aproximado do de Joukowsky)	1,1 a 1,2	0,8	0,9	1,2

VII — 4 — Discussão

A discussão do método gráfico que acabamos de expôr justifica uma parte do procedimento que se indicou e permite que nos familiarizemos com o problema em estudo, embora não tenha interesse de maior para quem apenas deseje habilitar-se a utilizar o método em causa.

Suponhamos numa mesma corrente duas secções, uma maior para a qual traçamos a curva de energia específica, E', e a de energia cinética, ε', em função da altura de água, e outra mais pequena e de curta extensão, que poderá ser a da ponte, e para a qual traçamos iguais curvas, E'' e ε''. Tracemos também a linha recta da equação E = h. (Ver fig. n.º 6).

Os estados críticos, que separam os regimes rápidos e lentos de qualquer das secções, serão definidos pelos parâmetros (h'_c, E'_c ε'_c) e (h''_c, E''_c, ε''_c) a que correspondem os pontos A, B, C e D.

Verifica-se, em primeiro lugar, que as tangentes às curvas das energias específicas totais nos pontos correspondentes aos valores mínimos A e C são paralelas ao eixo dos hh ou normais ao dos $\overline{EE}$ e dos $\overline{\varepsilon\varepsilon}$; as tangentes às curvas das energias cinéticas nos pontos correspondentes às alturas críticas, isto é nos pontos B e D, fazem com qualquer dos eixos coordenados ângulos de 45º, isto é, correspondentes a tang $\beta = \Delta h/\Delta \varepsilon = -1$.

Estas últimas tangentes encontram o eixo dos $\overline{EE}$ ou dos $\overline{\varepsilon\varepsilon}$ em pontos cujas abcissas correspondem aos valores das energias específicas críticas, E'_c e E''_c.

Também se verifica que qualquer linha recta de coeficiente angular m = 1 cortará as curvas das energias cinéticas em pontos de igual energia específica total, como sejam os pontos N e F.

É evidente que um escoamento representado por qualquer dos pontos do ramo NBF da curva ε' não possui energia suficiente para atravessar a secção mais pequena, motivo por que se dará como que um represamento a montante desta secção, com aumento da altura de água, até ser atingida a energia necessària; se o escoamento corresponder ao ramo BF da mesma curva ε', haverá que passar do regime rápido ao lento, a montante da secção reduzida, com formação de ressalto.

Mas, além da energia específica mínima de atravessamento necessária, correspondente aos

pontos C ou D, temos que dispor de mais uma parcela de energia para vencer as perdas de contracção; por isso se não considera a recta NDF, mas sim outra de coeficiente angular maior do que a unidade e que vimos ser $-A = 1 + K_3$.

O escoamento crítico através da secção reduzida correspondente ao ponto D exigirá que a montante a altura de água seja h_G com $E_G > E''_c$. Se houver inundação a montante, de modo que a curva ε' se aproxime do eixo dos hh poder-se-á considerar o ponto G sobre este eixo, o que equivale a considerar nula a velocidade de montante.

Reparemos porém que a recta $\overline{DG}$, por ser mais inclinada do que $\overline{NDF}$, necessàriamente cortará a curva ε'' não só no ponto D mas também num outro imediatamente acima, D', a que corresponderá C' na curva E'', o que faz concluir que o escoamento através da secção reduzida não será crítico se não forem nulas as perdas por contracção.

Em regime rápido, a linha representativa da perda por contracção seria, por exemplo, $\overline{DH}$, isto é, teria um coeficiente angular $A < 1$, ao qual corresponde h_H e E_H. Teriamos de forma idêntica os pontos D e D''.

Existe de facto uma instabilidade bastante grande nos escoamentos críticos, motivo por que convém evitá-los.

Recomenda-se que se tome para altura do escoamento na secção reduzida a que corresponde aos pontos D' ou D''.

No regime lento, e quanto à expansão, a recta que a define terá um coeficiente angular $-A > -1$. Seja DI, com h_I e E_I.

Temos assim completado o ciclo 1 — 2 — C nos diagramas das energias específicas.

Se o escoamento a jusante se der para uma altura superior a h_I, tudo se passa de forma idêntica, isto é, subirá D ou D' (afastando-se o escoamento da altura crítica na ponte), crescerá h_G, mas manter-se-á um ciclo fechado como o

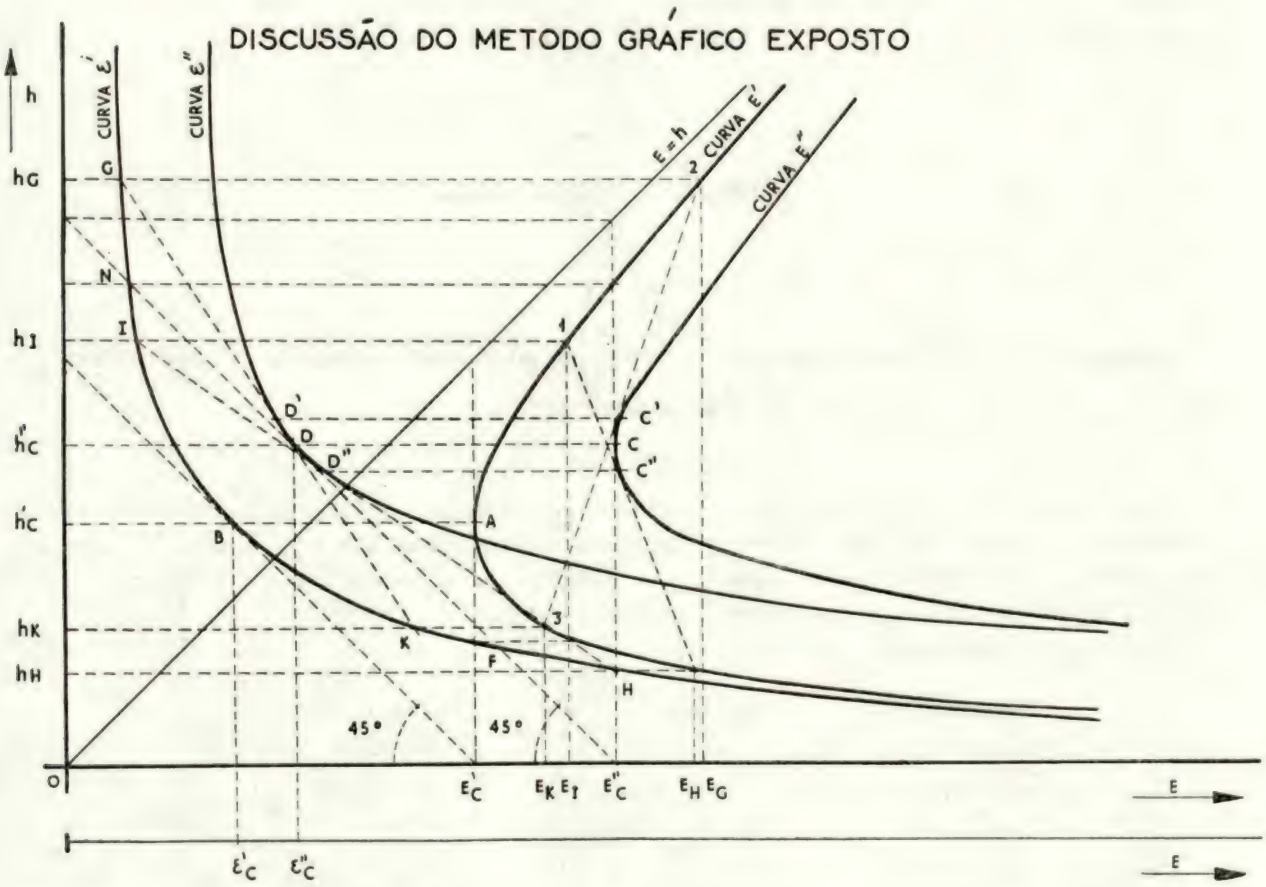


Fig. 6

de 1 — 2 — C, e o escoamento dir-se-á afogado. Se porém esse escoamento, embora lento, tiver uma altura inferior a h_I, isto quere dizer que à saída da obra de arte ele possui energia em excesso, pelo que o escoamento se diz desafogado. Fìsicamente, essa expansão dar-se-à possìvelmente segundo as leis do regime rápido, isto é, segundo uma recta de coeficiente angular $-A < -1$, seja DK, em que K terá as coordenadas (h_K, E_K). Seguir-se-á a normalização do escoamento, através de curva de regolfo se o regime for rápido a jusante, ou por meio de ressalto, que absorverá a energia em excesso, se o regime for lento. Em qualquer hipótese é fácil verificar que assim se fecha também o ciclo das energias específicas.

Lisboa, Julho de 1956.

Colóquio Internacional sobre o ensaio não-destrutivo dos materiais e das construções

A «Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recharches sur les Materiaux et les construtions», 12, Rue Brancion, Paris 15e editou em línguas francesa e inglesa dois volumes do referido colóquio. Os leitores interessados devem dirigir os seus pedidos à direcção anterior, especificando a língua da edição que pretendem.

Os preços de venda são:

Membros da RILEM	1400 F.
Não membros	2000 F.
Porte em separado	200 F.

UNILENE

Características:

Leveza; grande resistência ao choque, esmagamento e abrasão; boa flexibilidade; grande estabilidade dimensional; perdas de carga mínimas; imunidade à incrustação, insensibilidade às baixas temperaturas; resistência aos ácidos minerais, alcalis e soluções salinas, inatacabilidade por fungos ou roedores. Não tóxico.

Restrições:

A temperatura máxima de serviço contínuo é de 50° C.

Aplicações:

Construção Civil, Indústria Química, Condutas desmontáveis ou fixas para cerveja, agricultura, vinicultura, sulfato para as vinhas, estábulos, nitreiras, centrais leiteiras, sumos de frutos, águas ácidas, água salgada ou calcárea, condutas de água e ar nas minas, pedreiras, etc.

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 201
Tele { gramas UNISOTRA
fone (prov.) 5 2102

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Tele { gramas UNISOTRA
fone 2 0448 - 36 7488 - 36 7489

TELEF 20334-LISBOA

EQUIPAMENTOS para:

- indústria alimentar
- indústria farmacêutica
- indústria metalúrgica
- indústria química

CONSULTE OS NOSSOS SERVIÇOS TÉCNICOS E COMERCIAIS, SEM COMPROMISSO, SEMPRE QUE DESEJE ADQUIRIR EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

Sociedade Avanço Limitada

TABELAS TÉCNICAS PARA ENGENHARIA CIVIL

POR

NUNO ABRANTES

E

A. CELESTINO DA COSTA

Sob a direcção do Prof. Vicente Ferreira

4.ª Edição revista e aumentada

PELOS ENGENHEIROS

Fernando Abecasis e Sidónio Brazão Farinha

PEDIDOS À «TÉCNICA»

Preço: 120$00

Assinantes: 10% de desconto

SAINT-GOBAIN

SAINT-GOBAIN

CLORETO DE POLIVINIL:

GOBINYLE
resinas puras

LUCOLENE
pós para moldação

LUCANOL
colódios vinílicos

LUCOFLEX
placas e barras rígidas

★

SILICONES

da S.I.S.S, fluidos, compostos, gorduras, vernizes e resinas.

★

PRODUTOS ORGÂNICOS:

Anidrido ftálico.
Acidos maleico, fumárico, sucínico, málico.
Sucinamida.
Diciandiamida.

★

AGENTE DE VENDAS:

SANTOS, MOUTA, LIMITADA

Praça do Município 267-5º
PORTO (tele.20895)

Rua do Instituto Industrial 18-3º
LISBOA (telef. 663196/667534)

O.P.G. Paris 5673.8.56

SAINT-GOBAIN

- 1bis, Place des Saussaies, PARIS-8e

C. D. U. 622.341 (548.961)

Notas sobre as minas de ferro e manganês de Goa

PELO ENG.º DE MINAS (U. P.) ABILINO VICENTE
Chefe da Brigada Geológico-Mineira
do Estado da Índia

I — Os jazigos

As mineralizações de ferro e manganês de Goa, ocorrem nos terrenos arcaicos do sistema de Dharwar, no grupo formado pelos xistos de Curpém e conglomerados de Calém, denominado, por isso, grupo Metalífero (1). O outro grupo do sistema Dharwar — grupo Infra-conglomerático — formado pelos xistos de Canácona, pelos quartzitos de Curchorém e pelos xistos de Quepém, não tem ocorrências minerais com interesse económico (1), sendo, assim, de anotar a utilidade que terá a carta geológica de Goa (*).

As ocorrências de ferro e manganês com valor industrial estão ìntimamente relacionadas com as formações lateríticas; sem estas não existiriam provàvelmente minas em Goa. As formações lateríticas cobrem a maior parte dos terrenos antigos e derivam, principalmente, dos xistos arcósico-gresosos (2), xistos estes comuns em quase todo o sistema de Dharwar (1).

G. Oertel formulou no princípio de 1954, após os seus primeiros trabalhos neste território, uma hipótese de estudo sobre a génese dos jazigos de ferro e de manganês que se tem vindo a confirmar e que merece, por isso, referência (3).

Segundo este geólogo, serão dois os factores principais que parecem ocasionar a formação dos depósitos metalíferos:

a) Concentração primária do ferro e do manganês nas rochas primitivas denominadas xistos arcósico-gresosos.

b) Possibilidade de enriquecimento secundário durante períodos geológicos posteriores.

O processo de enriquecimento secundário seria devido a uma dupla acção de transporte, das águas ascendentes, por capilaridade, e descendentes por infiltração, que levariam em solução os metais para uma zona de convergência situada entre a superfície e o nível hidrostático normal. A acção das águas ascendentes, far-se-ia mais notar na época seca e a das águas descendentes, mais na época das chuvas. Este processo continuar-se-ia através dos tempos geológicos à medida que os dois níveis fossem descendo lentamente e que soluções frescas se fossem formando constantemente com a alteração das zonas mais profundas da rocha primária.

A formação secundária dos jazigos seria, pois, condicionada, segundo G. Oertel, aos seguintes factores:

a) Espaço suficiente, mas não exageradamente grande, entre a superfície e o nível hidrostático.

b) Erosão suficientemente rápida para a concentração do conteúdo metálico duma espessura grande de rocha primária.

c) Permeabilidade e capilaridade da rocha alterada (laterite).

d) Abundância de águas subterrâneas e de superfície.

e) Permanência destas condições através de um certo tempo da escala geológica.

f) E ainda, possìvelmente, ao transporte lateral dos metais pelas correntes superficiais e pelas águas subterrâneas.

Realmente temos verificado, após dois anos de estudos e trabalhos neste território, o seguinte:

— que abaixo do nível hidrostático não se encontram mineralizações dignas de interesse;

— que as maiores concentrações ou bolsadas se encontram próximas do nível hidrostático normal;

— que as concentrações longe do nível hidrostico raramente têm valor económico;

— e que é só nas camadas superiores da parte do sistema de Dharwar exposta em Goa que se

(*) O levantamento da carta geológica de Goa está a ser feito pelo Dr. G. Oertel, geólogo da Brigada Geológico-Mineira do Estado da Índia, estando nesta altura — Março de 1956 — levantados, aproximadamente, 3/4 do distrito.

encontram as mineralizações que formam os jazigos de ferro e de manganês.

Pelo exposto vemos que a hipótese apresentada tem real interesse e que a concepção geral das opiniões formuladas, pouco ou nada terá já de ser modificada.

O ferro ocorre normalmente sob a forma de hematite no seio da laterite, em concentrações irregulares ou em formações xistosas individualizadas, formando neste caso bancadas regulares que constituem quase sempre depósitos de grande valor. Nas vertentes e sopés de certos montes, também se encontram depósitos superficiais de calhaus de hematite que geralmente têm valor económico, devido ao seu fácil arranque. A limonite e a magnetite, devidas a alterações de superfície, esta última pela acção de fortes agentes de redução, são pouco vulgares, não chegando nunca as suas ocorrências a formarem grandes concentrações.

Os jazigos de ferro podem-se, assim, dividir em três tipos, conforme as suas mineralizações: concentrações irregulares sem continuidade (fig. 1) concentrações regulares de minério xistoso, formando bancadas contínuas (fig. 2) e depósitos superficiais, de vertente ou de sopé de monte, de calhaus de hematite (fig. 3).

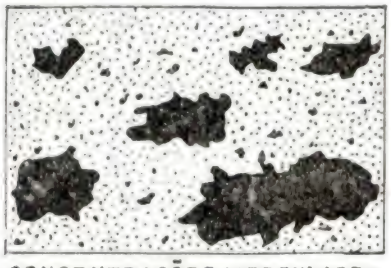
Os jazigos de ferro do primeiro tipo são os mais comuns em Goa, mas os do segundo tipo, são, sem dúvida, os mais importantes, podendo-se considerar, sem receio, as suas reservas superiores a 100 milhões de toneladas. Estes seriam derivados de camadas do Dharwar fortemente ferríferas que por enriquecimento secundário se transformaram em hematite com substituição de todos os constituintes primitivos (3).

O manganês ocorre normalmente na forma de pirolusite e psilomelana, também no seio da laterite; os tipos de mineralização estão mais ou menos relacionados com a distância das concentrações ao nível hidrostático. Os jazigos formados a maiores distâncias deste nível têm, em geral, menores concentrações, o minério que neles ocorre é mais do tipo concrecionado e duro — psilomelana — e encontra-se encaixado em laterite compacta. Os formados a menores distâncias são em regra de maior grandeza, têm minério mais esponjoso e pulverulento — pirolusite — e encontram-se normalmente em laterite alterada.

Assim, e atendendo ao aspecto das mineralizações, podemos indicar os seguintes tipos: disseminações, impregnações, inclusões, veios, leitos e bolsadas (figs. 4 a 9). Os jazigos dos três primeiros tipos têm menor valor económico, mas ocorrem em maior número, os outros constituem os principais depósitos de manganês de Goa, mas são, infelizmente, em número reduzido.

Fora do seio da laterite e geralmente no sopé de montes onde existem ocorrências manganíferas, existem depósitos, em terraços, de minério arrastado das encostas vizinhas que constituem, por vezes, concentrações econòmicamente aproveitáveis.

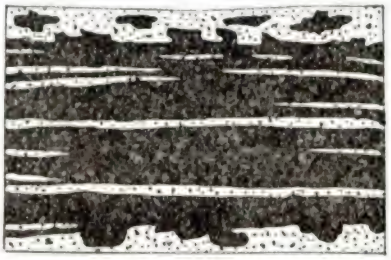
Os jazigos em bolsadas são raros, devido, como atrás dissemos, ao conjunto de circunstâncias favoráveis que se têm de dar para a sua formação, mas são sempre de real valor pelas grandes concentrações que normalmente mostram, atingindo algumas a ordem das dezenas de milhares de toneladas. A localização destas concentrações não é facil, contudo, por falta de indicações superficiais e por serem, as suas formações, acidentais no seio das laterites manga-



CONCENTRAÇÕES IRREGULARES
MINÉRIO TIPO LATERITICO

MINÉRIO
LATERITE

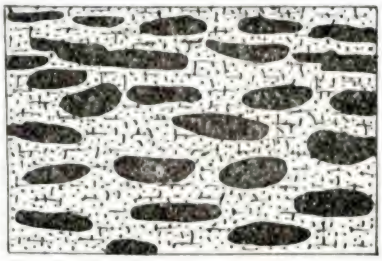
Fig. 1



CONCENTRAÇÕES REGULARES
MINÉRIO TIPO XISTOSO

MINÉRIO
LATERITE

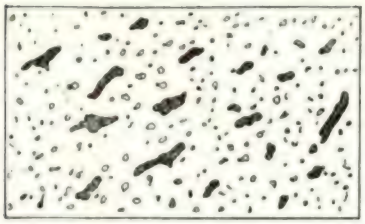
Fig 2



CALHAUS DE HEMATITE

TERRA VEGETAL

Fig 3

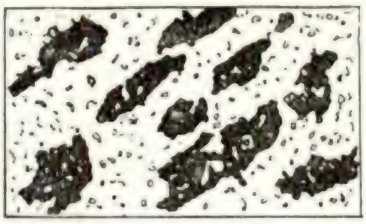


DISSEMINAÇÕES

Minério de manganês

Laterite

Fig. 4

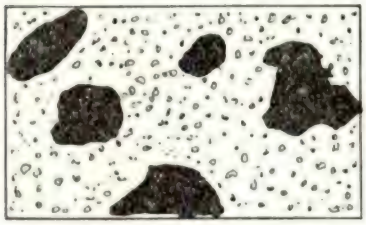


IMPREGNAÇÕES

Minério de manganês

Laterite

Fig. 5

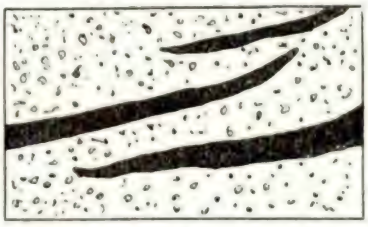


INCRUSTAÇÕES E INCLUSÕES

Minério de manganês

Laterite compacta

Fig. 6

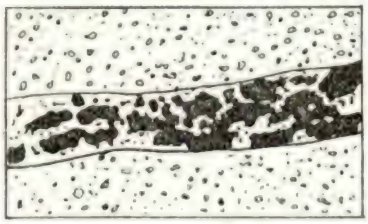


VEIOS

Minério de manganês

Laterite

Fig. 7



LEITOS DE MINÉRIO

Minério de manganês c. argila

Laterite alterada

Fig. 8

BOLSADAS

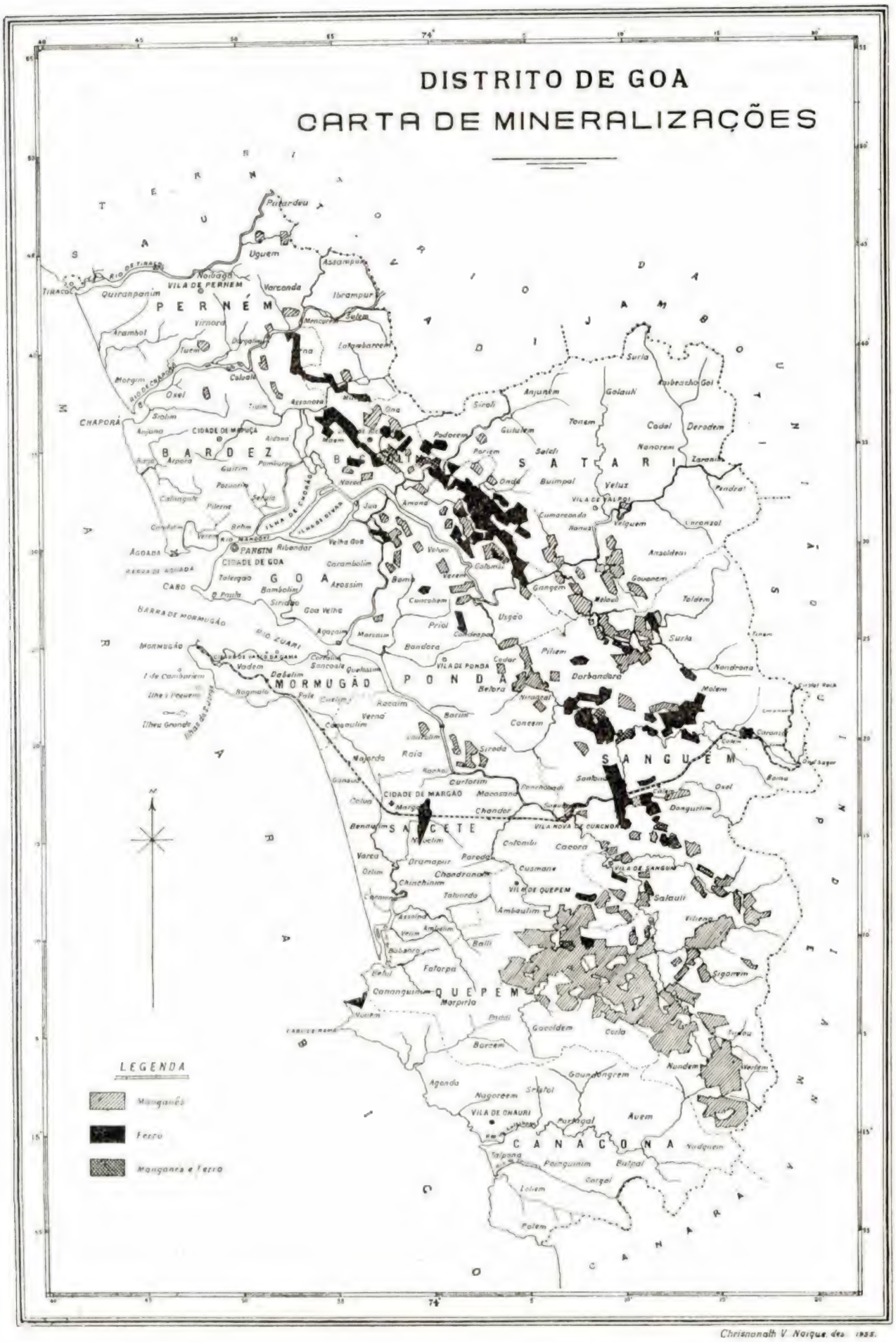
Minério de manganês

Laterite alterada

Fig. 9

níferas. As grandes bolsadas até hoje reveladas, foram-no sempre por trabalhos de acaso, geralmente na sequência de trabalhos de desmonte. Indícios superficiais pouco prometedores, uma vez seguidos, revelam, às vezes, grandes concentrações. Outras vezes, boas mineralizações à superfície, desaparecem a poucos metros de profundidade. Assim, os jazigos de manganês, comparados com os de ferro, têm um valor muito mais reduzido e nada se pode dizer sobre as suas reservas e, portanto, sobre o tempo em que poderão beneficiar a economia de Goa.

As mineralizações de ferro e de manganês, ocorrem, como afirmámos, ùnicamente nos terrenos antigos do sistema de Dharwar, no soco fundamental do território, como lhe chama A. Borges (4), e têm, as primeiras, a maior concen-



Chrisnanath V. Noique, des. 1955.

tração na metade norte do país e as segundas, na metade sul (ver mapa das mineralizações) (*). Os concelhos onde predominam estas mineralizações são os de Bicholim (ferro), Sanguém (ferro a norte e manganês a sul) e Quepém (manganês). O concelho de Canácona, apesar de ficar dentro do soco fundamental, não tem mineralizações pelo facto dos seus terrenos serem do grupo Infra-conglomerático (1), portanto, anteriores à fácies metalífera dos terrenos dharwarianos. Aponta-se, contudo, uma excepção na parte norte do concelho e junto à costa, em Nuvém, onde existe um jazigo de ferro. Mas aqui existe uma pequena ilha de terrenos do grupo Metalífero, levados por uma falha normal, existente a nascente, a um nível baixo e suficiente para os livrar da erosão (1).

II — O minério

O ferro, como dissemos, ocorre normalmente sob a forma de hematite, em minério de tipo compacto e duro a xistoso e frágil. Este é mais comum nos jazigos do 2.º tipo atrás descritos e, por isso, tem maior importância. E mais fácil de arrancar, devido à xistosidade, mas também origina maior quantidade de finos, inconveniente este, que não anula aquela vantagem. No entanto, um tipo argiloso muito quebradiço é, por vezes, comum e como origina grandes perdas, deixa, por isso, de ser desejado.

O minério do primeiro tipo aparece às vezes com o aspecto brechoide, devido à não uniformidade da dissolução das substâncias superficiais. As brechas verdadeiras de minério que aparecem, pouco interesse têm, devido às suas limitadas ocorrências e aos baixos teores em Fe.

Existe também minério não consolidado, que aparece em pó azul, às vezes em grandes veias, que até hoje, apesar dos altos teores, não tem sido aproveitado.

A limonite aparece, de vez em quando, em finas coberturas, como alteração da hematite, e a magnetite, sempre superficial, é de origem secundária.

A sílica aparece quase sempre sob a forma de quartzo. É também muito vulgar na forma de precipitado coloidal. Este precipitado quando ocorre misturado com bastante óxido de ferro, por vezes, com o aspecto e quase com a densidade do minério, dá, frequentemente, origem a erros.

Apresentamos, em seguida, o resultado de algumas análises, feitas no I. S. T.

(*) A existência de minérios de ferro e de manganês, na mesma concessão, é vulgar, mas é na parte central, como fazendo transição entre estas duas zonas, que estas mineralizações em conjunto ocorrem com mais frequência, notando-se, mesmo, por vezes, os dois minérios associados, formando o ferro-manganês, normalmente com valor económico.

MINÉRIO DE FERRO

Nome da Mina	Situação	Fe	SiO_2	P	S	Observações
Mandurbaga	Mulgão-Bicholim	62,44	0,83	0,50	0,027	Min. tipo xistoso
»	»	44,57	1,55	0,132	0,067	» » laterite
»	»	68,92	0,79	0,032	0,02	» » xistoso
Totichomor dongor	»	65,46	1,76	0,053	0,02	Pó azul
»	»	67,36	0,89	0,046	0,02	Min. tipo xistoso
Lamgão	Lamgão-Bicholim	56,52	1,60	0,084	0,02	» » laterite
Saniém	Sancordém-Sanguém	65,23	2,83	0,032	0,044	Calhaus de hematite
Cupleigaiche-guer-dongor	Sirigão-Bicholim	64,79	0,96	0,038	0,040	Min. tipo xistoso
»	»	62,66	1,88	0,092	0,049	» » laterite
Faratembo Dongurli	Costi-Sanguém	64,43	1,78	0,038	0,051	» » xistoso
»	»	61,21	3,73	0,081	0,115	» » »
Pandavanxetavoiló	Santona-Sanguém	60,09	5,12	0,086	0,038	» » »
Vozró Sodó						
»	»	58,80	5,35	0,094	0,049	» miúdo
»	»	59,42	4,01	0,030	0,051	» »
»	»	67,36	1,29	0,027	0,040	Pó azul
»	»	63,56	2,31	0,035	0,022	Min. tipo xistoso
»	»	61,00	1,87	0,042	0,088	» » »

MINÉRIO DE FERRO

Nome da mina	Situação	Fe	FeO	Fe_2O_3	SiO_2	P_2O_5	MnO
Ramiagalli	Sancordém e Darbandorá-Sanguém	68,41	1,15	96,46	1,14	0,062	0,25
Molhadvona	Sancordém-Sanguém	66,57	nulo	95,18	4,31	0,074	0,13
Vaguinim dongor	Salginim-Sanguém	65,12	1,72	91,19	6,34	0,096	0,18
Saniém	Sancordém-Sanguém	69,30	2,01	96,85	0,68	0,11	0,29

O minério de manganês aparece quase sempre sob a forma de óxidos, pirolusite e psilomelana, e menos frequentemente sob a forma de «wad». Não se conhecem sulfuretos, nem carbonatos.

A psilomelana ocorre com mais frequência nos jazigos formados a maiores altitudes, enquanto a pirolusite é mais frequente nos situados a cotas menos elevadas e mais próximos do nível hidrostático. O «wad» é quase só comum nestes últimos e sempre em pequena quantidade.

A psilomelana aparece, em geral, concrecionada e como é dura e compacta, ocasiona poucos miúdos que com diâmetros inferiores a 3/8" não são vendáveis. Tem como principal inconveniente o facto de se encontrar normalmente no seio de laterite compacta, de onde o arranque é sempre difícil.

A pirolusite é mais vulgar, como dissemos, nos jazigos mais próximos do nível hidrostático. Tem a cor escura do carvão ou o lustre cinzento do aço. Aparece, umas vezes, com textura finamente cristalina e pulverulenta e outras vezes, com estrutura em nódulos. Apresenta, também, muitas cavidades que são geralmente forradas com formas pseudomórficas e é vulgar verem-se pequenas crostas de psilomelana, cimentando minério finamente cristalino. São, sem dúvida, os nódulos que constituem o principal minério e a sua distribuição, apesar de ser irregular, não evita que, por vezes, se encontrem concentrações de apreciável valor económico. Apresenta-se, como principal inconveniente deste minério, a grande percentagem de finos que ocasiona, que, em muitas minas, pode representar perdas importantes.

Indistintamente, estes três tipos de óxidos podem constituir concentrações isoladas, ou, o que é mais vulgar, aparecerem em íntima associação.

Apresentamos em seguida o resultado de algumas análises feitas sobre o minério de manganês de Goa. Gonçalo Pereira Cabral apresenta no seu relatório de Abril de 1909, publicado em 1931 (5), a seguinte análise feita em Calcuttá de uma amostra colhida de um lote de 1.200 t de minério de minas, do concelho de Pondá:

Manganês	51,87	Matéria siliciosa	2,30
Ferro	5,93	Enxofre	0,00
Alumínio	1,28	Humidade	0,70
Fósforo	0,00	Oxigénio e perdas	37,92
Soma	100,00		

Os resultados dos três mapas da página seguinte, são de análises feitas no I. S. T.

Apresenta-se a seguir a análise completa de uma laterite de Pagemol-Sanguém, feita em Lisboa no laboratório de análises do Eng.º Firmino Pereira Santos (2):

SiO_2	18,94	S	0,10
Al_2O_3	23,33	P_2O_5	0,89
Fe_2O_3	40,95	Na_2O	0,32
FeO	0,18	K_2O	0,99
TiO_2	1,02	C	0,18
MnO	0,06	H_2O^-	3,50
CaO	0,21	H_2O^+	9,25
MgO	0,01	pH	4,95

III — A mineração

As primeiras informações sobre a mineração em Goa, que conseguimos obter, são de 1636 e encontram-se no livro de «Regimentos e Instruções» n.º 3 a fls. 7, do Arquivo Histórico do Estado da Índia, onde se vê que o Vice-Rei Pero da Sylva, dizia ao vedor da Fazenda, na ilha de Ceilão, que estava informado que na ilha de Goa existia «grande quantidade de material de ferro» e com receio que o encobrissem por interesse particular e por isso não fizessem as necessárias

MINÉRIO DE MANGANÊS

Nome da mina	Situação	Mn	SiO_2	Observações
Ambegal Jedit	Salginim-Sanguém	49,03	1,81	Tirada numa das frentes de trabalho
»	»	45,70	2,02	Tirada num monte após a 1.ª escolha manual
»	»	48,00	1,63	Idem
Anvalia dongor	Molcorném-Quepém	49,70	16,25	Tirada no «tout venant» (Todo o mineral é muito silicioso)
Paicatembo	Viliena-Sanguém	50,90	2,65	Tirada numa das frentes de trabalho
»	»	57,1	1,22	Idem
»	»	60,9	0,87	Idem
Cajucodil mola, Coliamodi e outros terrenos	»	47,40	2,96	Tirada após a 1.ª escolha manual
Monte Pali	Netorlim-Sanguém	59,8	0,88	Idem

MINÉRIO DE FERRO-MANGANÊS

Nome da mina	Situação	Fe	Mn	SiO_2	Observações
Adatembo, Sanuriupor e ter. adjacentes	Maulinguém-Sanguém	12,18	43,77	7,51	Escolhida do min. mais rico em Mn
»	»	60,76	11,20	3,12	Escolhida do min. mais rico em Fe
Bonsó dongor	Sanguém	9,17	47,7	2,73	

LATERITE

Nome da mina	Situação	Fe	Mn	SiO_2	P	Al_2O_3
Mandurbaga	Mulgão-Bicholim	36,97	Vest.	8,62	0,104	25,67

experiências, enviava uma amostra do «dito material» para que ele o sujeitasse aos mestres da ilha. E pedia, caso verificasse que o material era de ferro e que seria de utilidade e bom rendimento a sua fundição, que lhe mandasse 3 ou 4 mestres da dita ilha para que pudessem ensinar em Goa outros e logo que o fizessem os mandaria regressar, pois a sua intenção não era «desnaturalos se não té fazer esta experienssia com elles».

No L.º das monções do reino n.º 156, a fls. 112, vê-se que em 1776 o Governador D. José Pedro da Câmara escrevia ao Marquês de Pombal, dizendo que os habitantes de Cuncolim, de Salcete, eram aplicados há bastantes anos ao trabalho de ferraria e extraíam das suas terras muito ferro e como lhe asseguravam que havia grande quantidade e que «laborando-se sobre a sua extracção com as formalidades da arte, seria muito útil esta descoberta», pedia que determinasse o que lhe parecesse mais conveniente, «visto ser este genero hum dos mais interessantes, que se comerçeão nas *remessas da Europa para a Azia*» (*).

Também A. Lopes Mendes (6) se refere a fornos de fundição chamados solónes e a minas de ferro nas faldas do outeiro de Baga, em Bardez, e em Perném e Satari, dizendo que as mais

(*) Estes elementos foram-nos gentilmente indicados pelo Sr. P. S. S. Pissurlencar, ilustre Director do Arquivo Histórico do Estado da Índia.

notáveis se encontravam no outeiro de Corcoremansotembo, em Sircorém, e em Sigão, Colém e Calém. Diz que em todos estes pontos se encontram «numerosas massas de mineral, isoladas, soltas, de 1 a 2 quilos de peso», e que aprofundando-se o terreno se encontravam numerosas «massas», mas num estado mais puro e igualmente soltas, e quanto mais se aprofundasse, mais abundante e mais puro era o minério. Enfim, a «difícil arte de exploração praticada pelos devôllos», consistia apenas, segundo se depreende deste autor, em conhecerem o minério, colherem-no da superfície do terreno, onde o havia em abundância, e fundirem-no para o venderem aos ferreiros purificadores.

Sobre a mineração do manganês, as primeiras informações que conhecemos são as dadas por Gonçalo Cabral no relatório já citado (5). Diz este autor que o manganês começou a ser explorado em 1906 e que as concessões atingiram ràpidamente o número 64, mas em 1909 sòmente 6 estavam em actividade e em precárias condições. Sobre minas de ferro nada diz, donde se depreende que nesta altura não havia em Goa minas de ferro em laboração.

Pelo trabalho de A. Borges (4), feito em 1947 e publicado em 1948, ficamos a saber que as exportações de manganês se encontravam suspensas desde 1942 e que só havia elementos sobre exportações a partir de 1911, por só a partir deste ano se ter iniciado a estatística oficial. Vemos também neste trabalho que as exportações de manganês foram em 1911 de 3.553 toneladas, em 1939 de 10.717, ano em que atingiram o máximo, em 1940 de 9.021 e em 1941 sòmente de 5.420 toneladas. Quanto ao ferro, diz que só há referência à exportação de 4.111 toneladas, em 1930.

O ano de 1947, apesar das perspectivas pouco prometedoras que nos dá A. Borges, é, contudo, o ano em que recomeçam as exportações que, para o caso do ferro, têm vindo sempre a aumentar, até atingirem, no ano findo, a espantosa soma de 1.505.314 toneladas. Aquele ano marca, assim, o início de uma nova época de mineração, de importância enorme para economia de Goa, que possìvelmente só não terá maior alcance pelos desregramentos que se têm vindo a fazer na maioria das minas e aos quais, sem dúvida, urge pôr cobro.

Consideremos, então, o período a partir de 1947 e vejamos o quadro das concessões existentes:

Número de concessões mineiras			
Anos	Fe	Mn (*)	Totais
1947	8	12	20
1948	8	12	20
1949	13 (+5)	24 (+12)	37 (+17)
1950	16 (+3)	63 (+39)	79 (+42)
1951	26 (+10)	122 (+59)	148 (+69)
1952	42 (+16)	209 (+87)	251 (+103)
1953	66 (+24)	329 (+120)	395 (+144)
1954	81 (+15)	363 (+34)	444 (+49)
1955	100 (+19)	386 (+23)	486 (+42)

A partir de 1949 nota-se uma verdadeira corrida aos manifestos mineiros. Gonçalo Cabral dizia em 1909, no relatório citado (5) e no capítulo «Estado da indústria mineira em Goa», o seguinte:

> «A exploração do manganez em Goa, começou em 1906. Os preços estavam nessa ocasião elevadíssimos, o que, junto à enorme facilidade que havia em «descobrir minas», deu lugar a uma febre de manganez que se manifestou com uma violência extraordinária. Fizeram-se centenas sobre centenas de manifestos, o que ainda era favorecido pelas facilidades que havia em os fazer, facilidades que eu acho exageradas, como já expuz noutra parte deste relatório».
>
> «A maior parte destes manifestos foram feitos pelos interessados sem intenção nenhuma, e mesmo, na maioria dos casos, na impossibilidade de os explorar. Faziam-se manifestos para provocar questões e para procurar vendas mais ou menos lucrativas. Quasi não havia um indivíduo em Goa que não se considerasse «mineiro». »
>
> . . . . . .

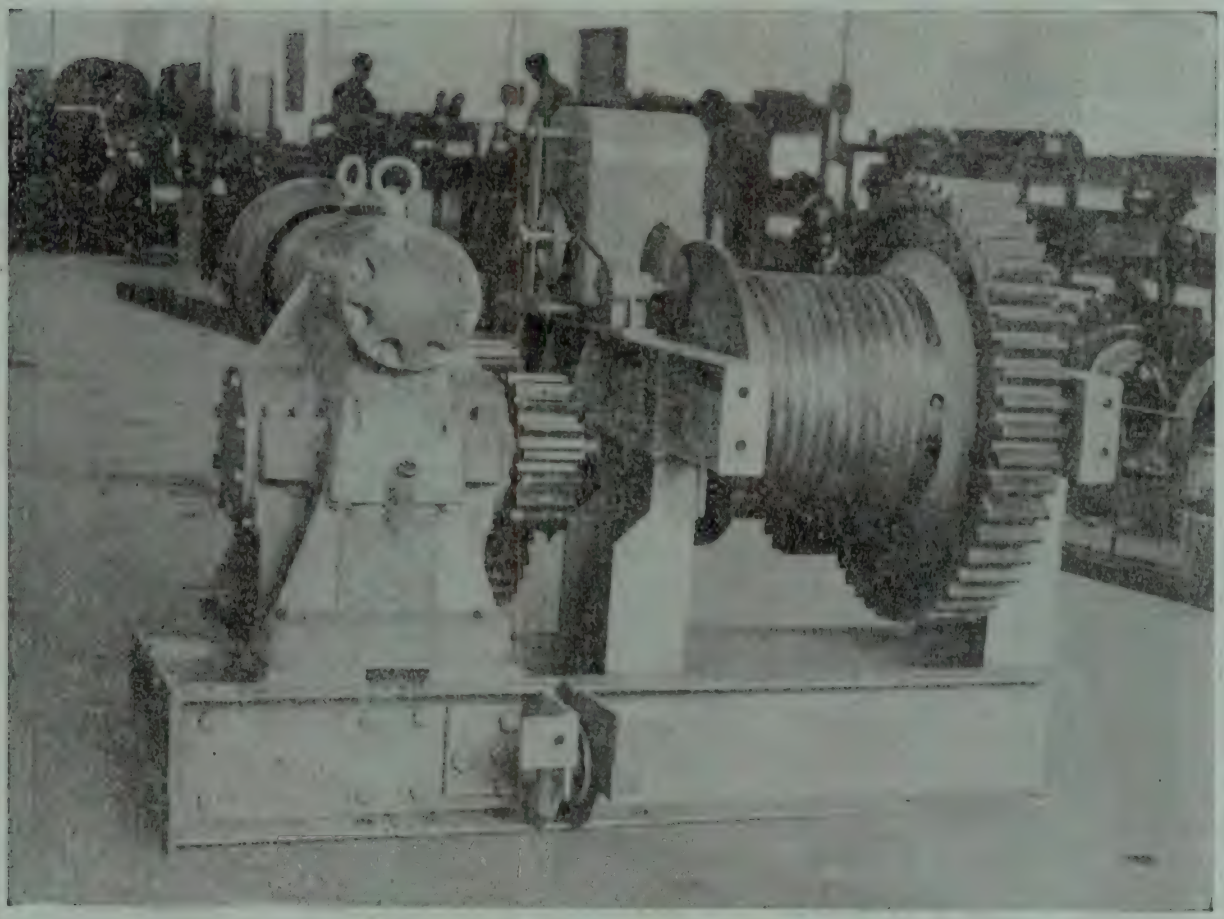
Estas considerações, escritas há 47 anos, têm inteira actualidade. Seria interessante transcrevermos todo este capítulo e o da «exploração

(*) Contam-se como concessões de manganês, todas as concessões demarcadas para ferro e manganês. Como as concessões de ferro não pagam imposto fixo, as pedidas para ferro e manganês, têm normalmente como único fim, a exploração do manganês.

MAGUE

S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA

Alverca — Portugal



Guincho para movimentação da lança de Grua

●

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES
GUINDASTES
GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS
APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS
CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

Um produto 100% Nacional, novo...

MAS JÁ FAMOSO!

METAL DURO
CARBONETO DE TUNGSTÉNIO
DA MARCA
M.M.

FABRICAÇÃO DE BARRENAS DE MINAS, BITS DIVERSOS, FERROS DE TORNO, FIEIRAS, ETC.

★ TEMOS PERITOS DE PERFURAÇÃO E UMA SECÇÃO DE ENSAIOS À VOSSA DISPOSIÇÃO

★ REPRESENTANTES DE MATERIAL PARA MINAS E EMPREITADAS

APESAR DE MAIS BARATOS, OS NOSSOS PRODUTOS NÃO TEMEM O CONFRONTO EM QUALIDADE COM OS DAS MELHORES MARCAS ESTRANGEIRAS

MINAS E METALURGIA

S.A.R.L.

SERVIÇOS COMERCIAIS: RUA VÍTOR CORDON, 19
TELEF. 30715/6/7 • TELEG. COMIN • LISBOA

FÁBRICA: ALBERGARIA-A-NOVA

ARTISTAS REUNIDOS

dos jazigos de manganez de Goa» para vermos que, infelizmente, os métodos actuais são os mesmos de então e os defeitos continuam a subsistir na maioria dos casos.

A lavra nas minas de Goa, quer sejam minas de ferro, quer sejam de manganês, faz-se toda a céu aberto e não se justifica outra, devido às

Foto 1

mineralizações serem sempre muito superficiais e na maioria dos casos irregulares e dispersas. Isto, se é uma vantagem para os que se dedicam à mineração, não o é para a indústria em si, que se tem de ressentir do facto de qualquer indivíduo, mesmo sem os mais rudimentares conhecimentos

Foto 2

mineiros, a ela se poder dedicar, o que não aconteceria, se a lavra tivesse de ser subterrânea (fotos 1 e 2).

Há ainda o facto de na maioria das minas não existirem técnicos, nem nenhuma das minas ser obrigada a ter director técnico responsável, como a lei metropolitana sempre exige. De modo que se aliarmos a isto, a falta de pessoal prático classificado e ainda a inexperiência do pessoal operário em trabalhos mineiros, não é de admirar que as explorações se façam ainda por processos primitivos, com métodos absolutamente obsoletos, como os transportes à cabeça, (fotos 3 e 4).

Foto 3

Um outro mal da indústria mineira de Goa são os trabalhos de contrato. De uma maneira geral o explorador da mina manda fazer de empreitada (contrato) o trabalho de arranque e escolha, limitando-se a pagar o produto desmontado e escolhido. É processo prático para o explorador, pois evita-lhe pessoal fiscalizante,

Foto 4

mas é prejudicial para os jazigos que mais do que nunca passam a ser trabalhados com lavra ambiciosa (fotos 5 e 6).

Outro mal ainda, e de grande importância também, é o que diz respeito à colocação dos entulhos. Estes são normalmente abandonados

Foto 5

Foto 6

junto aos trabalhos, muitas vezes sobre áreas mineralizadas, o que obriga ao abandono destas ou a remoções ulteriores, sempre dispendiosas.

O que acabamos de dizer é usual na maioria das minas de Goa. Apraz-nos, no entanto, registar que as minas da firma Chowgulê & C.ª, Ld.ª, fazem excepção ao que acabamos de dizer. Esta firma tem uma mina devidamente mecanizada, a mina de ferro Cupleigaiche-guer-dongor, de Sirigão (Bicholim), (fotos 7 e 8) e em todas as outras de que é proprietária se vê sempre orientação técnica e algo de mecanização (foto 9). É pena que outras firmas não sigam o seu exemplo, pois muito teriam a lucrar, bem como a economia de Goa.

Foto 7

Foto 8

Foto 9

As principais mineralizações de ferro ocorrem, como dissemos e como se vê no mapa das mine-

ralizações, a norte e no centro do país, isto é, precisamente na região dos canais e cursos de água navegáveis; as situadas mais a sul ficam próximas do caminho de ferro. Assim, a maioria das explorações são favorecidas pelo fácil e barato transporte do minério, o qual, das minas ao porto de Mormugão, raramente percorre uma distância superior a 50 quilómetros, sendo ainda a maior parte desta distância por via fluvial (fotos 10 e 11) ou caminho de ferro. Esta grande

Foto 10

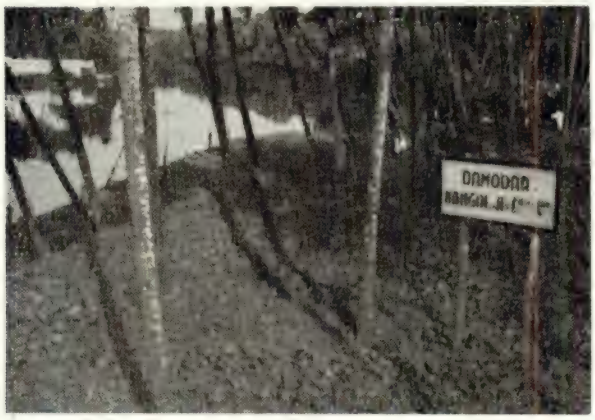


Foto 11

vantagem, aliada à boa qualidade do minério e ainda à grandeza das mineralizações, que justifica a mecanização da maioria das minas, faz com que o valor das minas de ferro de Goa seja muito grande, podendo-se ver com optimismo o seu futuro, se se procurar pôr cobro aos desmandos actuais.

As minas de manganês, que a partir de 1948 têm desempenhado papel de grande importância na economia de Goa, não têm as perspectivas das minas de ferro, devido às suas pequenas reservas, ao carácter de dispersão das mineralizações, que só muito raramente ocorrem em concentrações apreciáveis, e finalmente à sua situação, pois a maioria encontra-se no sul, longe das vias fluviais e do caminho de ferro. Temos, assim, de aceitar o seu valor quase só nas épocas de cotações altas, como a actual e a que findou em 1953, e como pouco se podem mecanizar, pelas razões acima apontadas, não se pode pensar em reduções substanciais de preços de custo, de modo que o seu valor no futuro é muito problemático.

Os preços de custo da tonelada de minério nas minas de ferro, são fáceis de calcular por estas estarem, na quase totalidade, em regime de contrato. Os exploradores ou empreiteiros, que aqui vulgarmente se chamam «contratistas», recebem dos proprietários das minas, por 4 toneladas de produto desmontado (tonelagem normal dos camiões que transportam o minério), respectivamete Rps 16/0, 6/0 e 3/0, conforme seja minério, laterite ou terras, ou seja por tonelada Rps 4/0, 1/8 e 0/12 (*).

Se atendermos que numa mina de mineralização de tipo médio para se desmontar 1 tonelada de minério precisamos de desmontar 1 tonelada de laterite e 1/2 tonelada de terras (actualmente esta relação raramente é superior a 1 : 1/2 : 1/4, mas isto deve-se atribuir em grande parte à lavra ambiciosa que se faz em quase todas elas), e ainda se considerarmos 1 rupia por tonelada para encargos gerais, temos, para uma tonelada de minério de ferro, o custo de

$$\text{Rps } 4/0 + 1/8 + 0/6 + 1/0 = \text{Rps } 6/14$$

ou seja, aproximadamente

40$00/t

Para o caso das minas de manganês a determinação do preço de custo é mais difícil, pois, além deste variar muito de mina para mina, os contratos, quando existem, são feitos por fases de trabalho e não por tonelada de minério arrancado, e ainda por a maioria dos exploradores e proprietários não ter qualquer escrita mineira montada. Contudo, pelos estudos que realizámos em algumas minas de manganês, podemos indicar, sem muito receio de errar, 40 rupias por

(*) O valor actual da rupia é de 5$85.

tonelada, nas minas de manganês de mineralização do tipo médio, que nos dá em escudos, aproximadamente 235$00/t

Uma grande parte das minas de manganês de Goa, trabalha, contudo, com preços de custo mais elevados, e algumas conhecemos em que a tonelada de minério na mina, não fica a menos de 75 rupias. Estas, evidentemente, só com cotações altas, como as actuais, têm condições de exploração.

Os preços apresentados acima, são, como dissemos, para minas de mineralização do tipo médio, trabalhadas normalmente por processos primitivos, sem quaisquer maquinismos, nem orientação técnica. É evidente que se conseguirmos introduzir nestas minas um pouco de técnica, se pode pensar numa redução considerável dos preços apresentados.

O transporte do minério para o porto de Mormugão encarece, em média, a tonelada de ferro de 20 rupias e a de manganês de 30. Assim, podemos considerar para o minério de ferro e de manganês, posto em Mormugão, respectivamente 160$00/t e 410$00/t

Em Lisboa ou Porto, uma tonelada de minério de ferro de Goa pode ficar em *560$00*, calculando o frete em 400$00 a tonelada (*).

Sanguém (Goa), Março de 1956.

(*) Actualmente os fretes para o minério de Goa, regulam por 95 e 105 xelins por tonelada, respectivamente para a Itália e Alemanha. De Goa para a Metrópole não conseguimos obter preços.

QUADRO I

Quadro das exportações em toneladas e valor em escudos, dos minérios de ferro e de manganês, a partir de 1947

Anos	Fe		Mn	
	T	Esc.	T	Esc.
1947	14	2.486	100	23.400
1948	5.379	1.101.525	4.728	1.024.569
1949	49.188	7.453.783	11.197	3.319.120
1950	70.948	10.382.151	20.145	7.121.409
1951	280.610	47.178.079	61.874	45.316.732
1952	464.596	87.251.732	127.463	116.234.474
1953	852.763	167.485.025	207.361	171.027.339
1954	1.228.114	214.230.589	101.796	63.066.933
1955	1.505.314	238.479.455	149.172	68.946.443

QUADRO II

FERRO

Quadro do minério de ferro exportado em 1953, 1954 e 1955 seu valor em escudos e países de destino

Países de destino	Quantidade em toneladas			Valor em escudos		
	1953	1954	1955	1953	1954	1955
Al. Ocidental	412.610	464.210	709.992	83.449.080	81.408.260	110.311.952
Áustria	—	7.800	65.669	—	1.473.574	10.984.363
Holanda	61.920	63.080	—	14.936.494	11.291.471	—
Inglaterra	—	18.300	—	—	2.902.758	—
Itália	—	59.400	290.565	—	9.003 523	44.748.557
Japão	378.233	615.324	439.088	69.099.451	107.551.003	72.434.583
Totais	852.763	1.228.114	1.505.314	167.485.025	214.230.589	238.479.455

Diferenças para mais:	*1953–1954*	*1954–1955*
Em toneladas	375.351	277.200
Em escudos	46.745.564	24.248.866

QUADRO III

MANGANÊS

Quadro do minério de manganês exportado em 1953, 1954 e 1955 seu valor em escudos e países do destino

Países de destino	Quantidade em toneladas			Valor em escudos		
	1953	1954	1955	1953	1954	1955
Al. Ocidental . . .	9.250	8.982	46.116	7.673.696	3.928.479	13.490.451
Áustria.	–	2.100	3.526	–	687.901	933.022
Bélgica	–	5.800	–	–	3.942.987	–
Canadá.	6.500	–	–	5.773.300	–	–
E. U. América . .	178.334	63.275	44.980	149.313.931	44.745.058	24.489.305
França	–	–	37.700	–	–	24.058.873
Holanda.	6.377	9.500	–	2.159.293	2.698.312	–
Inglaterra.	–	1.200	–	–	772.200	–
Itália.	–	–	7.350	–	–	3.637.717
Japão	–	10.939	–	–	6.291.996	–
Noruega.	6.900	–	–	6.107.119	–	–
Suécia	–	–	9.500	–	–	2.337.075
Totais	207.361	101.796	149.172	171.027.339	63.066.933	68.946.443

Diferenças para	menos	em toneladas	105.565	1953–1954
		em escudos	107.960.406	
	mais	em toneladas.	47.376	1954–1955
		em escudos	5.879.510	

QUADRO IV

Receitas aproximadas para o Estado

	1953	1954	1955
Taxas de concessão	2.406.900$00	819.000$00	702.000$00
Taxas de quilometragem (*a*)	193.400$00	46.600$00	41.300$00
Imposto proporcional (*b*)	4.218.700$00	2.005.000$00	2.301.400$00
Imposto fixo (*b*)	896.500$00	1.398.500$00	1.835.100$00
Manifestos	577.400$00	44.700$00	134.200$00
Licenças mineiras	16.600$00	800$00	2.600$00
Multas	36.700$00	10.000$00	—
Fundo económico (*c*)	—	—	435.200$00
Total	8.346.200$00	4.324.600$00	5.451.800$00

(*a*) 25 % das importâncias depositadas no B. N. U., por só cerca desta percentagem reverter para o Estado.

(*b*) É referente só às minas de manganês. As minas de ferro estão isentas destes dois impostos.

(*c*) Criado pelo Decreto n.º 39.553, de 4 de Março de 1954 e regulamentado pelo Diploma Legislativo n.º 1557, de 21 de Outubro do mesmo ano. Obtém-se com a aplicação das taxas de 1 % e 2,5 %, respectivamente sobre os minérios de ferro e de manganês, exportados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) — G. Oertel, «Notas acerca da Geologia do Sul de Goa», 1955, Lisboa, Comunicações dos Serviços Geológicos (Tomo XXXVI).

(2) — G. Oertel, «Contribuição para o conhecimento das laterites de Goa», 1955, Lisboa, Comunicações dos Serviços Geológicos (Tomo XXXVI).

(3) — G. Oertel, «Brigada Geológico-Mineira do Estado da Índia — Relatórios de 1954», Sanguém — Goa (págs. 14, 20 e 21).

(4) — A. Borges, «Reconhecimento Geológico do Distrito de Goa», 1948, Lisboa, Anais da Junta das Missões Geográficas e de Investigações Coloniais (Vol. III, Tomo II).

(5) — Gonçalo Cabral, «Geologia de Goa», 1931, Nova Goa, Relatório apresentado pela antiga Secção de Minas, em 1910 (págs. 12, 24 e 25).

(6) — A. Lopes Mendes, «A Índia Portuguesa», 1887, Lisboa, Sociedade de Geografia de Lisboa (Vol. II, pág. 131).

DO MUNDO TÉCNICO

REVISTA DAS REVISTAS

C. D. U. 621.3.015.33 : 621.3.015

Predeterminação, pelo cálculo, das perturbações eléctricas num enrolamento submetido a uma onda de choque

Por P. Waldvogel e R. Rouxel

O problema da determinação, pelo cálculo, da tensão num enrolamento de transformador no qual penetra uma onda de choque não está ainda hoje inteiramente resolvido. Os autores descrevem um método que permite resolvê-lo com aproximação satisfatória. O enrolamento é decomposto num certo número de elementos. Considera-se para cada elemento a sua capacidade em relação à terra, a sua capacidade em relação aos elementos vizinhos, a indutância própria e as indutâncias mútuas. Aplicam-se então as regras do cálculo matricial ao sistema de equações obtido. Graças à simetria do enrolamento e das condições aos limites, pode dividir-se o sistema em vários grupos e é possível resolvê-lo com o auxilio de uma máquina de calcular moderna. Os exemplos apresentados permitem constatar uma concordância muito satisfatória entre os resultados do cálculo e os dos ensaios.

I — Teoria

As considerações que se seguem, embora tenham especialmente em vista os enrolamentos dos transformadores, aplicam-se na realidade a todos os tipos de enrolamentos. Por outro lado, se bem que o método que vamos expor tenha a sua principal aplicação prática na predeterminação das perturbações eléctricas sob a acção das ondas de choque, aplica-se também, dum modo muito mais geral, ao estudo de todos os fenómenos transitórios no interior dos enrolamentos.

Vamos expor a nossa teoria no caso de se tratar de determinar a repartição transitória da tensão num enrolamento homogéneo quando à entrada é aplicada bruscamente uma onda rectangular de tensão E, estando a saída ligada directamente à terra. As hipóteses que permitirão equacionar còmodamente os fenómenos são as seguintes (fig. 1):

1.º O enrolamento, homogéneo, (1) está decomposto no sentido do comprimento em $2\,m$ elementos ou bobinas elementares idênticas entre si.

2.º Consideram-se, para cada um destes elementos, a capacidade em relação à terra K, a capacidade em relação aos elementos vizinhos ou capacidade entre espiras C, a indutância própria e as indutâncias mútuas com todos os outros elementos. Uma única função par l_{nq} $n-q$, com um só máximo para $n-q=0$, define todos os coeficientes de indução mútua $(n-q \neq 0)$ e de auto-indução $(n-q=0)$. É precisamente o facto desta função ter em conta as indutâncias mútuas que confere ao método a sua originalidade, e este ponto parece-nos ser de importância capital. Seguidamente substituimos K por $a\,C$ e l_{nq} por $\alpha_{|n-q|}\,l$, designando por l a indutância própria duma bobina de modo que $\alpha_{|n-n|} = \alpha_0 = 1$.

(1) Ver na última alínea do capítulo II uma generalização que permite a libertação, quase por completo, desta restrição.

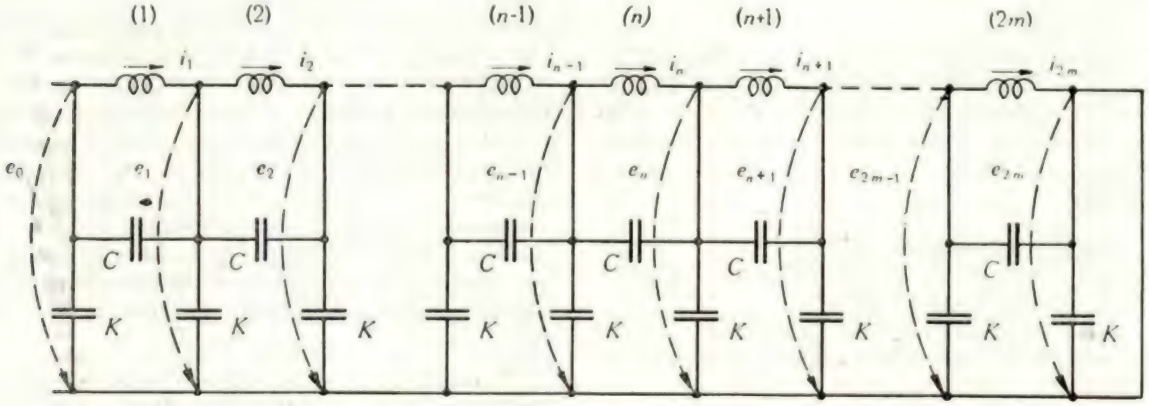


Fig. 1 — Esquema equivalente dum enrolamento decomposto em $2\,m$ elementos semelhantes.

C = Capacidade entre elementos vizinhos. K = Capacidade em relação à terra, que supomos igual a aC.

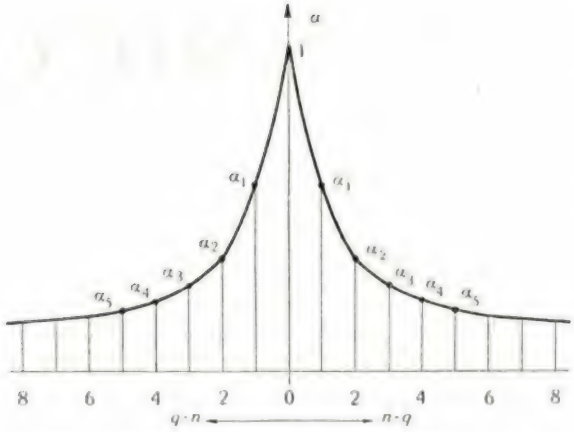


Fig. 2 — Função α de $(n-q)$ representando todos os coeficientes de indução mútua $(n-q \neq 0)$ e de auto-indução $(n-q=0)$.

Esta função é par e apresenta um máximo igual a 1 para $n-q=0$

3.º A teoria despreza as capacidades entre bobinas elementares não adjacentes, simplificação que, à primeira vista, será legítima.

4.º Despreza também todas as perdas e enfraquecimentos no enrolamento e supõe que a tensão de choque de amplitude E dura indefinidamente. Desta dupla hipótese resulta que será manifestamente inútil procurar uma correspondência entre a teoria e a prática ao fim de um tempo, depois do choque, suficientemente longo, tempo este que apenas pode ser determinado pela experiência.

As equações diferenciais do conjunto das tensões e correntes do sistema são:

$$e_{n-1} - e_n = l \sum_{q=1}^{2m} \alpha_{(n-q)} \frac{d\, i_q}{d\, t} \quad \text{para } 1 \leqslant n \leqslant 2m \qquad (1)$$

$$i_n - i_{n+1} + C\left(\frac{d\, e_{n-1}}{d\, t} - 2\frac{d\, e_n}{d\, t} + \frac{d\, e_{n+1}}{d\, t}\right) - a\, C \frac{d\, e_n}{d\, t} = 0 \qquad (2)$$

$$\text{para } 1 \leqslant n \leqslant 2m-2$$

Tendo em consideração que $e_0 = E$ (constante) e que $e_{2m} = 0$, verifica-se que temos $2m$ equações (1) e $2m-1$ equações (2) para as $2m-1$ funções e e as $2m$ funções i. O problema fica perfeitamente definido matemàticamente se se considerarem ainda os dados iniciais:

1.º para $t=0$, todas as correntes, isto é os i devem ser nulos, ou ainda, atendendo a (2), todos os de/dt devem ser nulos;

2.º para $t=0$, as cargas electrostáticas de todos os nós do esquema fundamental devem ser nulas

$$[e_{n-1}(0) - 2\, e_n(0) + e_{n+1}(0)] - a\, e_n(0) = 0 \qquad (3)$$

$$\text{para } 1 \leqslant n \leqslant 2m-1$$

II — Resolução matemática do problema

Dum modo geral, a resolução dum sistema de equações diferenciais lineares, simultâneas e de coeficientes constantes é um problema clássico que não apresenta dificuldades de princípio. No caso particular que estamos tratando, a simetria do esquema equivalente e das condições aos limites permite dividir o sistema em dois grupos independentes de equações, em que se tomam como variáveis as somas e diferenças seguintes:

$$\left.\begin{array}{ll}
i_1 + i_{2m} = {}_1X_1 & e_1 + e_{2m-1} = {}_1Y_1 \\
i_2 + i_{2m-1} = {}_2X_1 & e_2 + e_{2m-2} = {}_2Y_1 \\
\vdots & \vdots \\
i_m + i_{m-1} = {}_mX_1 & 2\, e_m = {}_mY_1 \\
i_1 - i_{2m} = {}_1X_2 & e_1 - e_{2m-1} = {}_1Y_2 \\
i_2 - i_{2m-1} = {}_2X_2 & e_2 - e_{2m-2} = {}_2Y_2 \\
\vdots & \vdots \\
i_m - i_{m+1} = {}_mX_2 & e_{m-1} - e_{m+1} = {}_{m-1}Y_2
\end{array}\right\} \quad (4)$$

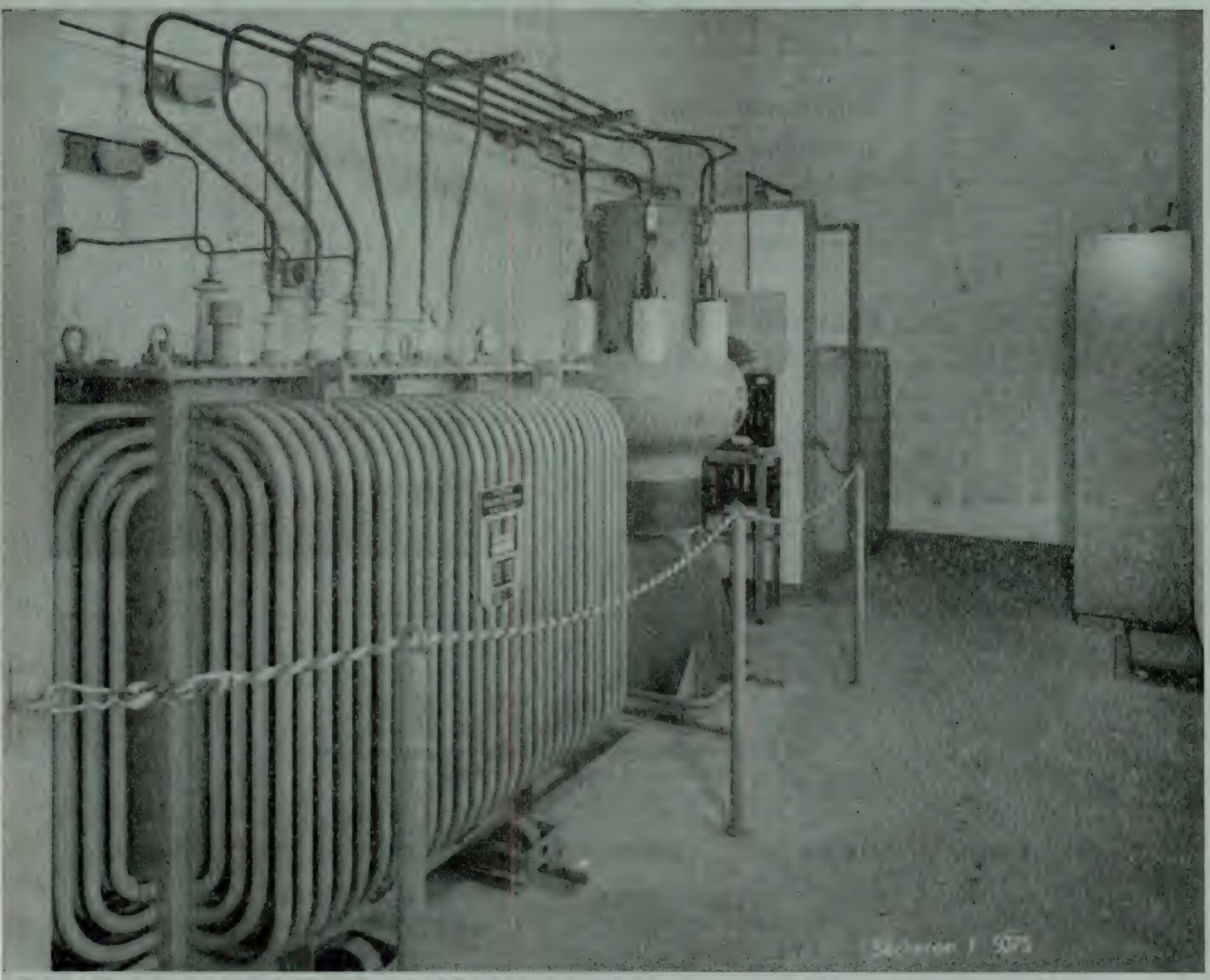
Eliminando as correntes, cuja determinação não apresenta grande interesse, obtém-se um primeiro sistema de m equações que contem apenas as m incógnitas Y_1 e um segundo sistema de $m-1$ equações que contém apenas as $m-1$ incógnitas Y_2. Adoptando este caminho, e segundo as regras da álgebra corrente, resolve-se fàcilmente o problema do enrolamento de 4 células ($2m = 4$ conduz efectivamente a equação do 2.º e outra do 1.º grau). As aplicações de tal teoria são pràticamente inexistentes porque a decomposição dum enrolamento completo em quatro quartos é demasiadamente grosseira. Mas pode adoptar-se exactamente o mesmo caminho utilizando as regras de álgebra matricial e sem fazer qualquer hipótese restritiva sobre o número m [1]. Combinado com o emprego duma máquina de calcular moderna, o método permite resolver o problema em condições que conferem a esta teoria um real interesse prático.

Por outro lado, o emprego de uma máquina de calcular permite efectuar fàcilmente uma generalização importante ao estudo do comportamento dum enrolamento sob o efeito duma onda de choque de forma qualquer, questão extremamente importante se se prevêm ensaios com onda cortada na cauda ou na frente.

Finalmente, a transformação matemática definida anteriormente para os enrolamentos homogéneos aplica-se igualmente aos enrolamentos não homogéneos se forem simétricos com relação a um plano transversal, isto é, se as células equidistantes das extremidades forem idênticas. É então possível estudar, duma maneira sistemática, a influência de heterogeneidades no interior dos enrolamentos, particularmente a influência do reforço do isolamento das espiras das extre-

[1] Poderá encontrar-se uma exposição sucinta deste cálculo na comunicação n.º 125 apresentada por R. Rouxel e P. Waldvogel à sessão de 1956 da *Conferencia internacional das grandes redes electricas*: Prédétermination par le calcul des contraintes électriques d'un enroulement soumis à une tension de choc.

SECHERON
GENEBRA



Subestação do Lago de Thoune — Grupo rectificador para alimentação da rede de carros eléctricos e trolleybus, compreendendo um transformador e um rectificador de vapor de mercúrio e gás raro sem bombas de vácuo, 364 A, 1100 V, corrente contínua.

ALTERNADORES
TRANSFORMADORES
SOLDADURA

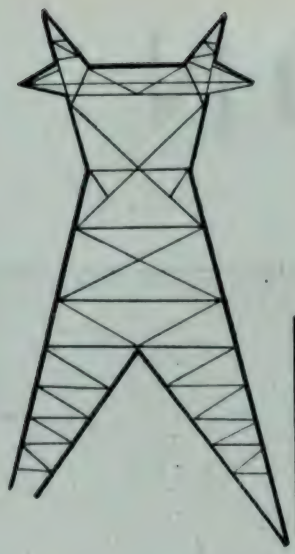
REGULADORES AUTOMÁTICOS DE TENSÃO
RECTIFICADORES DE VAPOR DE MERCÚRIO
TRACÇÃO ELÉCTRICA

Representantes gerais em Portugal:

SOCOTEL, L.DA

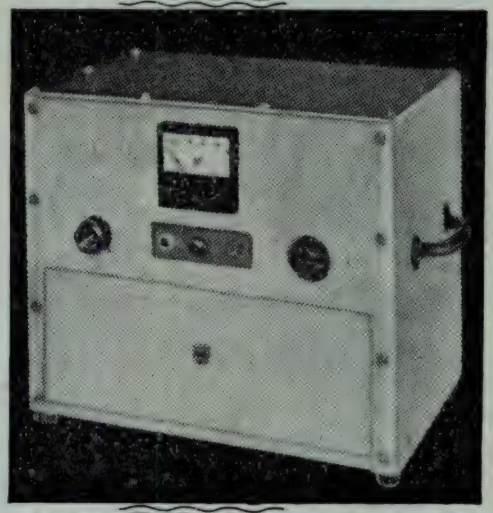
Rua de Sá da Bandeira, 651 - 4.º Esq.

Tel. 27013 PPC — **PORTO**



Estabilisadores para corrigir as flutuações de tensão das redes de alimentação

Estabilisador a 0,2 % da tensão nominal para variações de tensão da rede entre + 10 % e −15 %



PARA MAIS ESCLARECIMENTOS CONSULTE A SECÇÃO DE INDÚSTRIA DA

PHILIPS

MANIL

EXPORTAÇÃO · IMPORTAÇÃO

Sede: **Paço d'Arcos** – Av. Voluntários da República – Tel. 262 P. A.

CONSTRUÇÃO CIVIL

SERRAÇÃO E CARPINTARIAS MECÂNICAS
MADEIRAS E TACOS TRATADOS

Depósitos: CASCAIS — ESTORIL
PAÇO D'ARCOS — PAREDE

As oficinas estão apetrechadas com os maquinismos mais modernos e com estufa para secagem e tratamento de madeiras

midades, beneficiando da simplificação exposta acima. É muito importante notar que não seremos afectados pelas diferenças existentes nos isolamentos das espiras nas duas extremidades, porque os fenómenos que se passam numa das extremidades não são efectivamente influenciados pela natureza do isolamento da extremidade oposta.

III – Verificação experimental

Uma teoria matemática de fenómenos tão complexos ficará sempre muito beneficiada se puder ser objecto duma verificação experimental. Esta última decompõe-se em duas partes distintas:

1.° medida directa dos coeficientes característicos dos vários elementos e comparação destes resultados com o cálculo das capacidades e indutâncias segundo os métodos clássicos;

2.° observação no oscilógrafo catódico das tensões internas do enrolamento submetido a uma onda de choque rectangular, e comparação com os resultados do cálculo fornecidos pela máquina analógica.

A teoria exposta foi aplicada a um modelo de transformador cujas características são as seguintes: enrolamento primário homogéneo e constituído por 60 bobinas sobrepostas tendo cada uma 15 espiras; distância entre bobinas = 4,5 mm; comprimento axial total = 1450 mm; diâmetro interior = 590 mm; diâmetro exterior = 724 mm.

O enrolamento secundário disposto no interior foi substituído por um écran cilíndrico de alumínio, fechado em todo o seu comprimento; estudos experimentais preliminares mostraram que tal substituição não alterava os fenómenos transitórios no enrolamento primário. Diâmetro do écran = 504 mm; comprimento = 1500 mm; espessura = 1 mm. No interior deste écran encontra-se um núcleo cilíndrico de 360 mm de diâmetro em chapas de ferro.

O conjunto é colocado ao ar. A extremidade do enrolamento primário assim como o écran e o núcleo são directamente ligados à terra. Um anel de guarda, ligado à entrada do enrolamento, completa o modelo.

Por necessidades da teoria, e tendo em conta as possibilidades da máquina analógica, o enrolamento foi decomposto em dez células de 6 bobinas cada uma ($2m = 10$).

1. Determinação das constantes

a) *Medida das indutâncias*

As medidas das instâncias próprias e mútuas, realizadas a frequências compreendidas entre 50 e 16000 Hz mostraram que para frequências de 16 kHz e superiores, a indutância das células é sensìvelmente constante e não depende pràticamente, da posição da célula no enrolamento. A hipótese de base sobre a função l_{nq}, ou sobre os coeficientes α, está assim confirmada. Por outro lado concluiu-se que a escolha de 16 kHz para medida de indutância duma célula era judiciosa, porque esta frequência bastava para desaparecimento da importância do efeito de pele e não dava lugar a efeito electrostático que teria alterado, por sobreposição, todos os fenómenos electromagnéticos; com efeito, a primeira frequência própria de uma célula foi encontrada por volta de 120 kHz. As indutâncias mútuas foram assim medidas à frequência de 16 kHz. Os resultados destas medidas são os seguintes:

$$l = 3{,}10 \text{ milihenrys } (*)$$

$\alpha_1 = 0{,}47$	$\alpha_4 = 0{,}04$	$\alpha_7 = 0{,}01$
$\alpha_2 = 0{,}16$	$\alpha_5 = 0{,}02$	$\alpha_8 = 0{,}01$
$\alpha_3 = 0{,}07$	$\alpha_6 = 0{,}01$	$\alpha_9 = 0{,}01$

(*) Média dos valores medidos para as diferentes células os quais variam entre 3,28 e 3,03 mH.

b) *Medida das capacidades*

As medidas de capacidade foram realizadas com o auxílio de uma ponte de medida clássica. A capacidade entre o enrolamento e o écran é de 635 pF. Atendendo aos efeitos das extremidades, a capacidade paralela por célula é

$$K = \text{cerca de } 61 \text{ pF}$$

A capacidade entre bobinas (capacidade série) é medida desligando as duas primeiras bobinas. Confirmou-se, como tinhamos admitido, que as capacidades em relação aos outros elementos têm um efeito desprezável.

Determinou-se $C' = 295$ pF para capacidade entre duas bobinas vizinhas desligadas. Para ter em conta a ligação que existe sempre, seja no interior seja no exterior, entre duas bobinas simples, deve dividir-se esta capacidade pelo factor 3 (factor que resulta duma integração da energia electrostática ao longo da dimensão radial, integração baseada numa repartição linear da capacidade e numa repartição linear da tensão). Por outro lado, a passagem da capacidade equivalente entre bobinas $C'' = 296/3$ pF à capacidade série C entre células, baseia-se no raciocínio seguinte, que supõe uma repartição linear de tensão no interior de uma célula.

Uma célula compõe-se de seis bobinas simples, quer dizer, cada capacidade C'' está submetida a um terço da tensão da célula. O número de espaços entre bobinas simples é de seis por célula, de modo que

$$C = \frac{C''}{3^2} \cdot 6 = \frac{2}{3} C'' = \frac{2}{9} C' = \frac{2}{9} \cdot 295 = 66 \text{ pF}$$

c) *Cálculo das indutâncias*

O cálculo das indutâncias próprias e mútuas das diferentes células do enrolamento a partir dos seus dados geométricos faz-se fàcilmente com o auxílio de tabelas (utilizámos as de Grover: Indutance Calculations). A utilização de fórmulas aplicáveis a indutâncias sem núcleo de ferro justifica-se pela presença do écran condutor fechado sobre si mesmo, o qual ate-

nua todo o efeito magnético do núcleo colocado no seu interior. Os resultados destes cálculos são os seguintes:

$$l = 3{,}20 \text{ milihenrys}$$

$\alpha_1 = 0{,}43$	$\alpha_4 = 0{,}04$	$\alpha_7 = 0{,}01$
$\alpha_2 = 0{,}16$	$\alpha_5 = 0{,}02$	$\alpha_8 = 0{,}01$
$\alpha_3 = 0{,}08$	$\alpha_6 = 0{,}02$	$\alpha_9 = 0{,}01$

A concordância com os resultados da medida directa destes coeficientes é absolutamente satisfatória.

d) *Cálculo das capacidades*

O cálculo das capacidades não apresenta dificuldades. Chega-se a $K = 61$ pF para a capacidade paralela de uma célula e $C' = 285$ pF para capacidade entre bobinas desligadas, valores que concordam com os medidos.

2. Tensões internas no enrolamento

a) *Medida da repartição de tensões*

Os oscilogramas foram obtidos num oscilógrafo catódico, de cátodo frio, com uma duração de varrimento de 25 μs. A extremidade do enrolamento assim como o écran e o núcleo estavam ligados directamente à terra. As ondas de choque tinham uma amplitude de 1000 V e a forma 0,03 | 500. Mostra a experiência que uma tal forma de onda de choque dá origem, durante a duração de observação acima indicada, pràticamente aos mesmos fenómenos transitórios no interior de um enrolamento que uma onda rigorosamente rectangular. O cálculo permite, de resto, confirmar este facto, pelo que as condições do ensaio são perfeitamente aceitáveis.

O conjunto dos resultados destas medidas está representado nos nove gráficos a traço interrompido da figura 3.

b) *Cálculo da repartição das tensões*

A teoria precedente permitiu-nos escrever sob forma matricial as equações do sistema em função das novas incógnitas Y_1 e Y_2, somas e diferenças das tensões entre o enrolamento e a massa, em pontos equidistantes das extremidades. Estes sistemas foram resolvidos com o auxílio de uma máquina de calcular analógica e electrónica.

Esta resolução faz-se em três etapas:

1.° cálculo dos coeficientes do sistema, a partir das constantes físicas anteriormente determinadas;
2.° introdução destes coeficientes na máquina analógica e registo das curvas soluções;
3.° verificação dos resultados obtidos, e determinação das tensões e_1 a e_{2m-1} a partir das curvas soluções dos sistemas (o conhecimento das intensidades não tem interesse).

Os resultados do cálculo, fornecidos pela máquina analógica estão registados nos nove gráficos a traço contínuo da figura 3.

Resta agora confrontar entre si os resultados da teoria e os da experiência. A este respeito os vários diagramas da figura 3 ou, se se prefere, a representação a três dimensões dos diagramas na figura 4 fazem sobressair uma bela coincidência entre a teoria e a

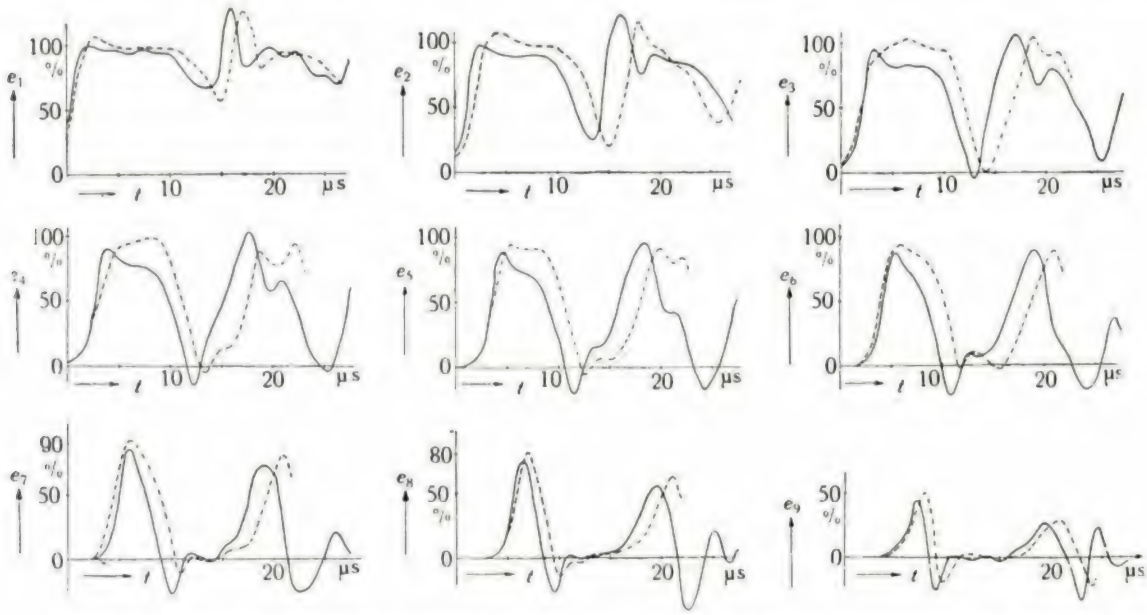


Fig. 3 — Comparação das tensões calculadas (traço cheio) e medidas (traço interrompido) de diversos pontos dum enrolamento submetido a uma tensão de choque rectangular

O enrolamento, homogéneo, foi decomposto em dez elementos ($m = 5$). Designàmos por e_1 a e_9 as tensões das ligações dos elementos em relação à terra. As ordenadas dão os valores destas tensões referidos á amplitude da onda de choque

realidade, o cálculo e a experiência. Está fora de dúvida que as divergências mínimas que se verificam não têm importância prática visto que os nossos conhecimentos tecnológicos sobre o comportamento ao choque das diferentes disposições de materiais isolantes não são mais precisos.

IV — Complemento à verificação experimental do Capítulo III

Uma vez na posse, graças à máquina de calcular, das curvas de resposta $e_n(t)$ para um enrolamento excitado por uma tensão de choque rectangular, é fácil deduzir daí o comportamento para qualquer

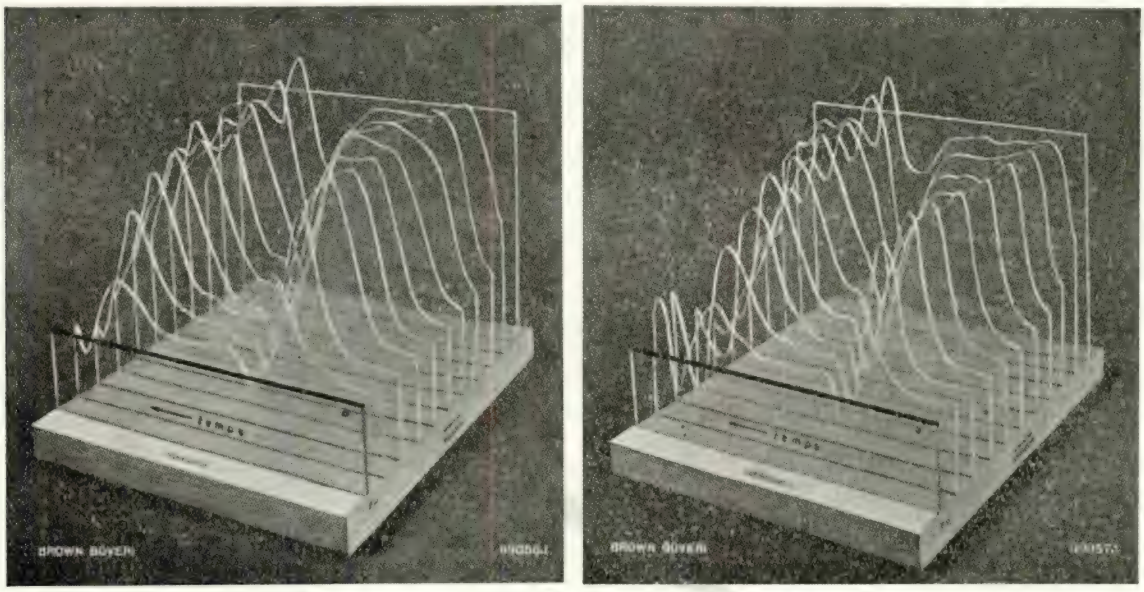


Fig. 4 — Curvas calculadas (à direita) e medidas (à esquerda) da figura 3 representadas em dois diagramas no espaço

As três coordenadas são: tensão (vertical), tempo, distância entre a entrada do enrolamento e o ponto considerado

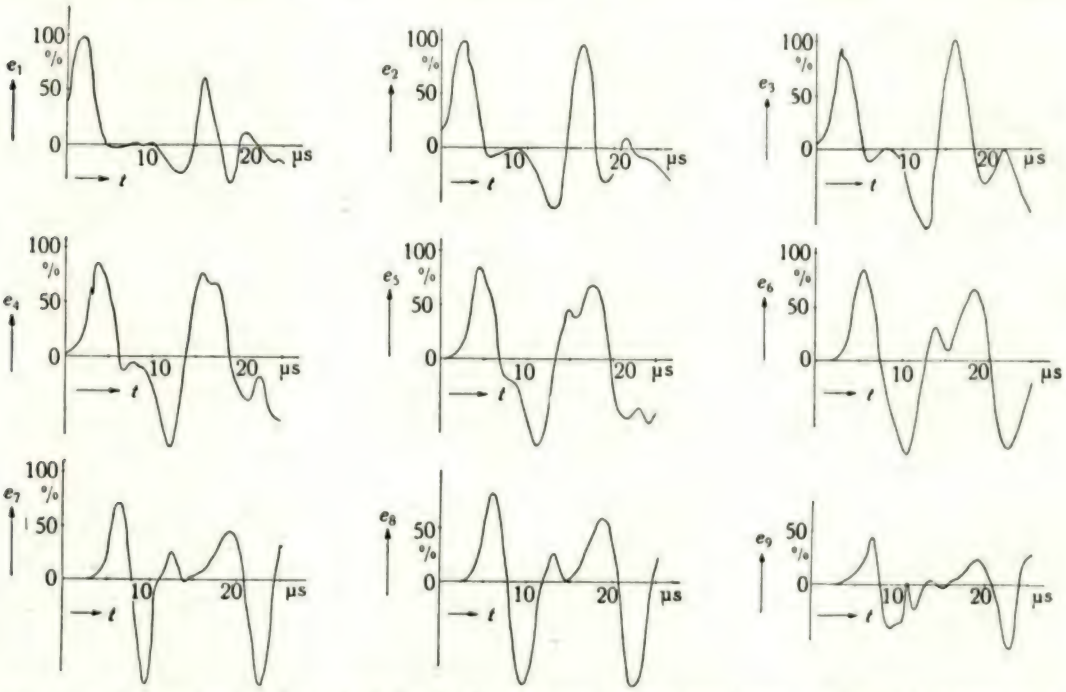


Fig. 5 — Curvas das tensões calculadas de diversos pontos dum enrolamento submetido a uma onda de choque rectangular de 3 μs de duração.

O enrolamento, homogéneo, foi decomposto em dez elementos ($m = 5$). Os símbolos e_1 a e_9 representam as tensões das ligações entre elementos em relação à terra. Estas tensões estão referidas à amplitude da onda de choque

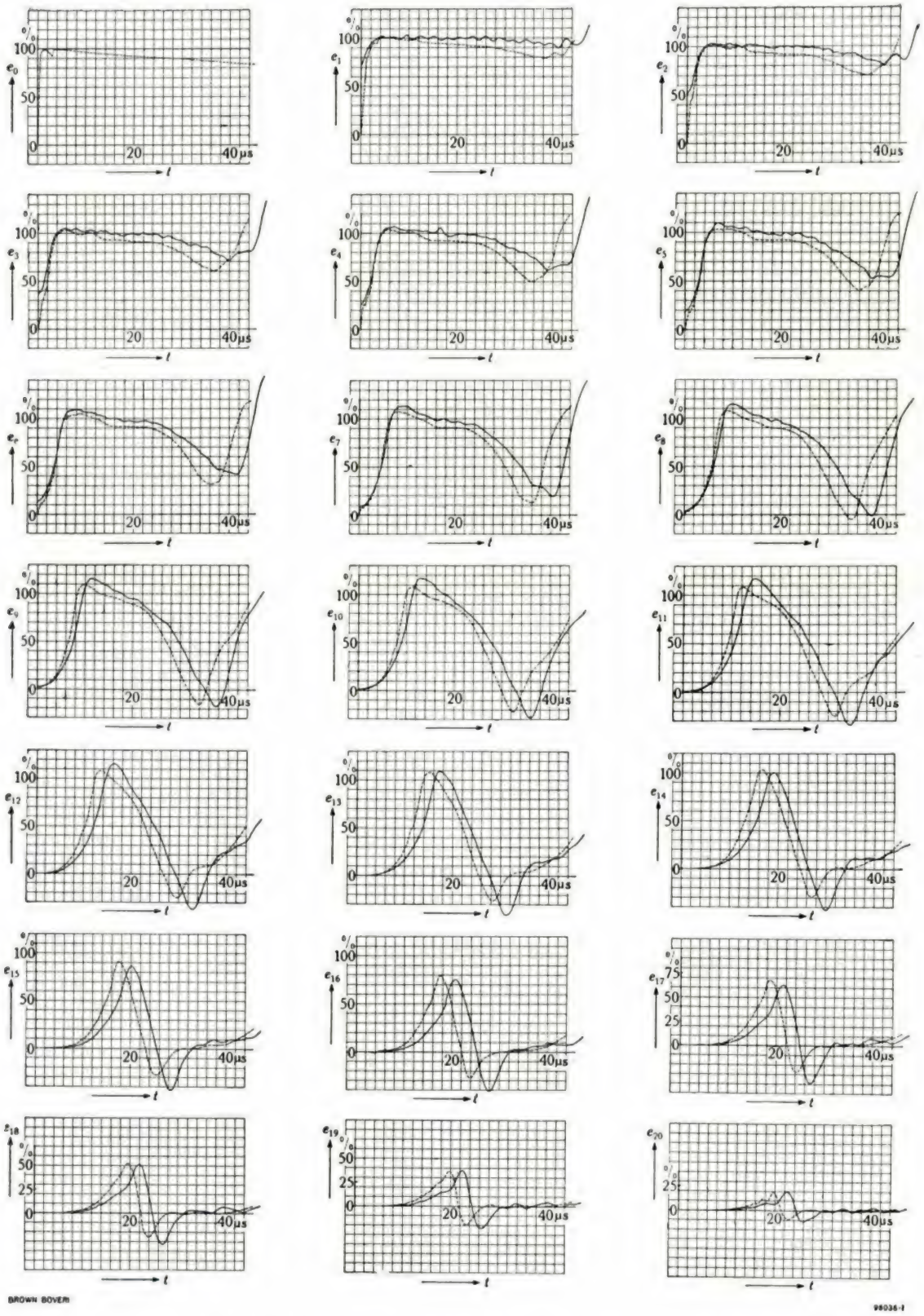


Fig. 6 — Comparação dos valores calculados (a cheio) e medidos (traço interrompido) das tensões entre as entradas de cada uma das 21 células dum enrolamento de 220 kV e a terra.

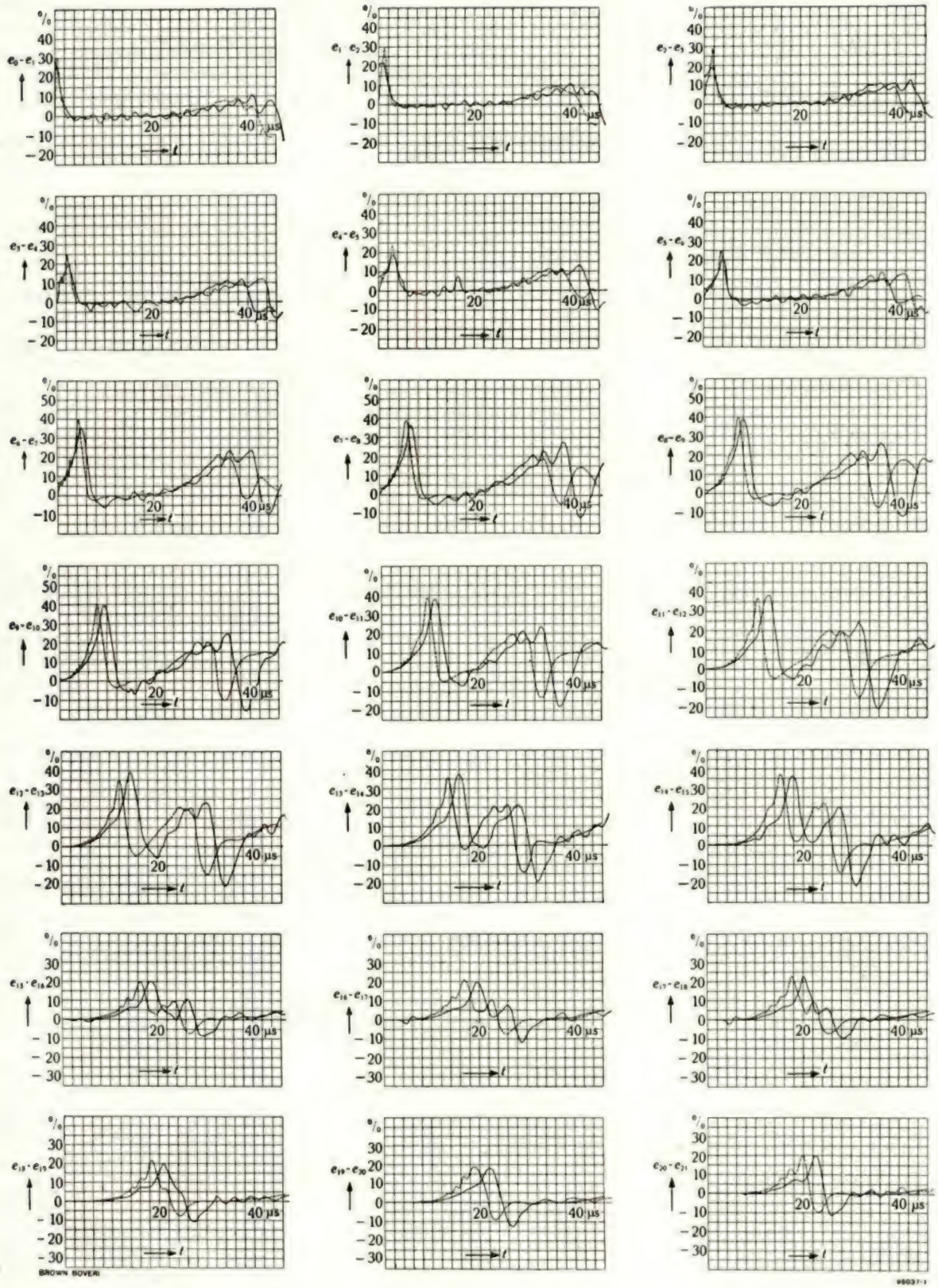


Fig. 7 — Comparação dos valores calculados (a cheio) e medidos (traço interrompido) das tensões entre a entrada e a saída de cada uma das 21 células dum enrolamento de transformador de 220 kV.

outra solicitação de choque. Em particular, por um simples artifício de sobreposição, pode determinar-se o comportamento do enrolamento sob o efeito de uma tensão de choque rectangular de duração limitada. É um processo fácil de predeterminar pelo cálculo os efeitos de uma onda de choque cortada. A figura 5 representa o resultado de um desses cálculos para uma onda rectangular com a duração de 3 μs. Mas se pretendemos seguir a realidade mais de perto a máquina de calcular resolve este problema sem a menor dificuldade. Basta introduzir para e_0 uma função apropriada.

V — Verificação experimental suplementar

Procedemos ainda a uma outra verificação dos resultados obtidos pelo método do cálculo descrito atrás. Mas desta vez dispensámo-nos do cálculo das indutâncias e capacidades e utilizámos os valores medidos. Quanto ao sistema de equações resolvemo-lo com uma máquina de calcular algébrica muito simples, adoptando um passo de 0,5 μs. O nosso estudo incidiu sobre o enrolamento de 220 kV dum transformador monofásico de 22,3 MVA composto por 30 bobinas sobrepostas. Por necessidades de análise do problema, estas 30 bobinas foram agrupadas de modo a constituirem 21 células. As seis células dispostas em cada uma das extremidades eram formadas cada uma por uma bobina enquanto que as nove células centrais tinham, cada uma, duas bobinas. A simetria foi assim conservada. O enrolamento de 220 kV estava colocado entre as duas partes de enrolamento de tensão inferior (bobinagens concêntricas duplas) e estas foram substituidas por 2 cilindros fechados em chapa de alumínio de 1 mm de espessura. O núcleo foi retirado.

Podem ver-se na figura 6 as curvas, obtidas respectivamente pelo cálculo e pelas medidas, das tensões entre as entradas de cada uma das 21 células e a terra. A concordância é, de novo, muito satisfatória mas os resultados fornecidos pela máquina de calcular, que é um pouco primitiva, estão evidentemente longe de ser comparáveis aos fornecidos pela máquina analógica.

Este exemplo dá-nos também oportunidade de verificar a exactidão do cálculo das tensões de cada célula. Este ponto tem uma grande importância prática porque, como se sabe, é entre bobinas vizinhas que podem aparecer as mais fortes solicitações de tensão (ver fig. 7). A concordância entre os resultados do cálculo e das medidas é muito menos satisfatória para as seis primeiras células do que para as seguintes. A razão deste facto está na escolha de um passo demasiado longo; estamos certos de que uma máquina analógica é muito preferível para a resolução de tais problemas.

VI — Conclusão

A teoria dos fenómenos transitórios num enrolamento submetido a uma onda de choque tal como nós a acabamos de estabelecer assenta em hipóteses extremamente claras e precisas: decomposição do enrolamento em bobinas elementares, consideração das capacidades entre bobinas e entre estas e a terra, consideração das indutâncias próprias e mútuas. Quando o enrolamento é homogéneo ou apenas simétrico em relação ao seu ponto médio podem introduzir-se simplificações importantes nos cálculos; os cálculos não podem ser explicitados sempre que o número de bobinas elementares é superior a quatro, isto é, em todos os casos práticos. Mas o problema presta-se maravilhosamente a ser tratado por meio de uma máquina de calcular, por exemplo uma máquina analógica, não havendo então qualquer dificuldade no estudo do comportamento do enrolamento submetido a uma onda de choque de forma absolutamente qualquer.

A coincidência entre os resultados da teoria e os da experiência é das mais satisfatórias e nela vemos a a justificação prática do método. Contudo, sabemos bem até que ponto os problemas desta natureza são, na prática, complexos e não pretendemos conseguir fazê-los caber todos, sem excepções, no domínio de uma teoria, por mais geral que ela seja. Na nossa opinião, o interesse dum estudo teórico deste género reside, a par das vantagens práticas que dele se podem extrair em muitas circunstâncias, na precisão das noções e no rigor dos raciocínios sobre os quais se apoia e que são as melhores garantias da segurança de apreciação dos casos complexos que permanecerão, sem dúvida, impenetráveis à análise matemática.

(Extraído da "Revue Brown Boveri", tomo 43, n.º 6)

NOTAS TÉCNICAS

C. D. U. 539.163.669.054

Electrorefinação para a separação dos produtos de desintegração do Urânio em reactores

L. W. Niedrach & A. C. Glamm (Ind. Eng. Chem, Junho 1956, pág. 977).

Actualmente estão em estudo graude número de processos para a regeneração do «combustivel» dos reactores nucleares; os métodos aquosos são caros.

Os processos do electrorefinado são os mais convenientes se se dispuzer de energia eléctrica barata. O emprego deste processo provoca a deposição, dos produtos mais nobres do que o urânio, sob a forma de barros anódicos, enquanto que os metais activos se acumulam no sal do banho.

Neste artigo, os autores, depois de algumas considerações preliminares, fazem a descrição do sistema no qual se separam os produtos mais nobres, sob a forma de barros anódicos, do urânio e produtos activos.

A intensa radioactividade dos materiais que tomam parte no processo, dá lugar a uma série de problemas desde novas reacções induzidas ao calor por elas absorvido.

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

José F. da Silva Pinharanda, Alexandre Gomes Cerveira, Carlos Ramalho Carlos, Alberto Esteves Guerra, Mário da Rocha Frazão e Guilherme Francês Correia

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 389.63 : 69

Modulação das Construções — Exemplos de aplicação — *Alberto José Pessoa.*
LNEC, Lisboa, 1953, vol. 1, págs. 34.

C. D. U. 531

Élements de Mecanique Rationnelle — *Smith e Longley.*
Librairie Vuibert, 1956, vol. 1, págs. 320.

C. D. U. 532.54/5

The second flow in curved pipes — *Ralph Detna.*
1953, vol. 1, págs. 50.
Tese para doutoramento.

C. D. U. 621-526

Fundamental theory of servomechanisms *Leroy A. MacCooll.*
1945, vol. 1, págs. 130.

C. D. U. 621.182/183

Inspection, explosion and breakdown of boilers and pressure vessels — *J. Eyers.*
The Institution of Mechanical Engineers, 1954, vol. 1, págs. 10.

C. D. U. 380.13

Les techniques de l'étude des marchés en Europe.
OECE, Paris, 1956, vol. 1, pág. 204.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 164

Sobre algumas propriedades da função logística — *J. C. Dias Morais.*
Revista DAE, S. Paulo, 5-956, vol. 17, n.º 27, pág. 89-108

C. D. U. 331.2

Avaliação do Trabalho — *Bráulio Costa.*
Revista de Economia, 6-956, vol. 9, n.º 2, pág. 92-96

C. D. U. 331.822 [616 — 002.5]

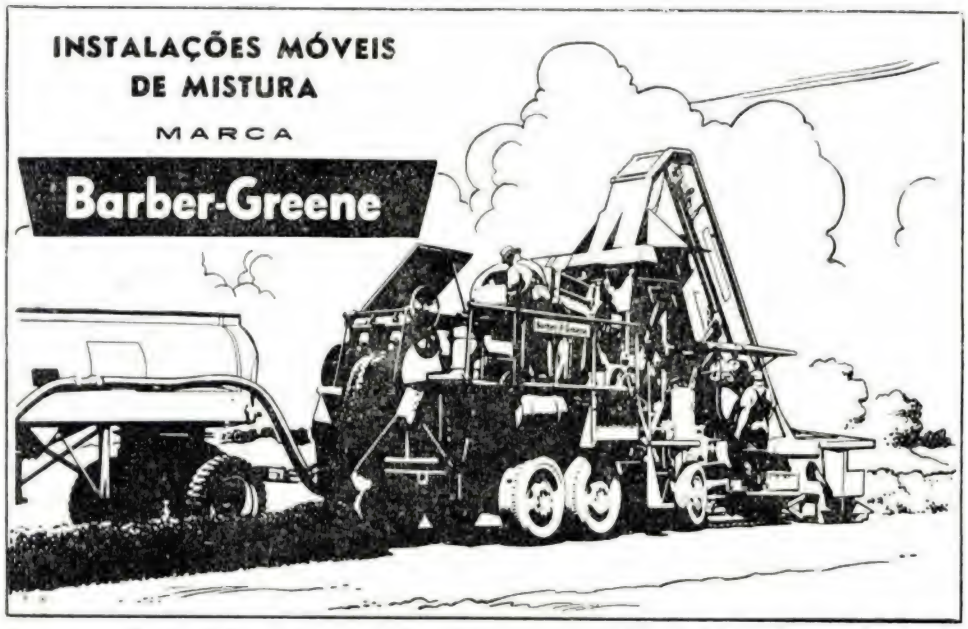
Defesa contra a tuberculose no meio industrial — Memória n.º 160 — *J. M. Rodrigues Pereira.*
Boletim da Ordem dos Engenheiros, 4-956, vol. 5, n.º 7

C. D. U. 331.822/823 : 627.2

Acidentes e segurança do pessoal nos trabalhos portuários com aparelhagem de elevação e transporte — *J. J. Cabral S. Albergaria.*
Boletim da Ordem dos Engenheiros, 4-956, vol. 5, n.º 7

C. D. U. 331.822/823

Ligeiras considerações sobre a Higiene e Segurança Industriais na legislação no caso das industrias sujeitas à D. G. S. I. — Memória n.º 157 — *Francisco Santa Clara da Cunha.*
Boletim da Ordem dos Engenheiros, 4-956, vol. 5, n.º 7



Para produção de misturas betuminosas ou solos estabilizados, utilizando duas unidades móveis.

A instalação móvel de mistura consiste de duas unidades básicas – o misturador portátil Barber-Greene e o carregador de materiais. Produz as misturas betuminosas da mais alta qualidade para Estradas, Ruas e Aeroportos, fazendo a mistura «in-loco».

Capacidade – de 125 a 250 toneladas/hora.

Utiliza todos os tipos de ligantes, tais como, Asfalto, Alcatrão, Emulsões, Cimento e Argila.

Trabalha sob todas as condições climáticas porque está equipada com as protecções mais eficazes o que lhe permite reduzir as possibilidades de avarias causadas pelas más condições climáticas.

Pode trabalhar como instalação de mistura a quente, acopulando-lhe um secador.

Utilizada em conjunto com o secador, um retentor de poeiras (ciclone) e um seleccionador, forma um conjunto completo para o fabrico de qualquer tipo de mistura a quente.

Para informação detalhada dirija-se ao representante exclusivo.

Barber-Greene Overseas, Inc.
Barber-Greene Company, Aurora, Ill., U.S.A.

BG

Barber-Greene Olding & Co., Ltd., England
Barber-Greene Canada, Ltd., Canada

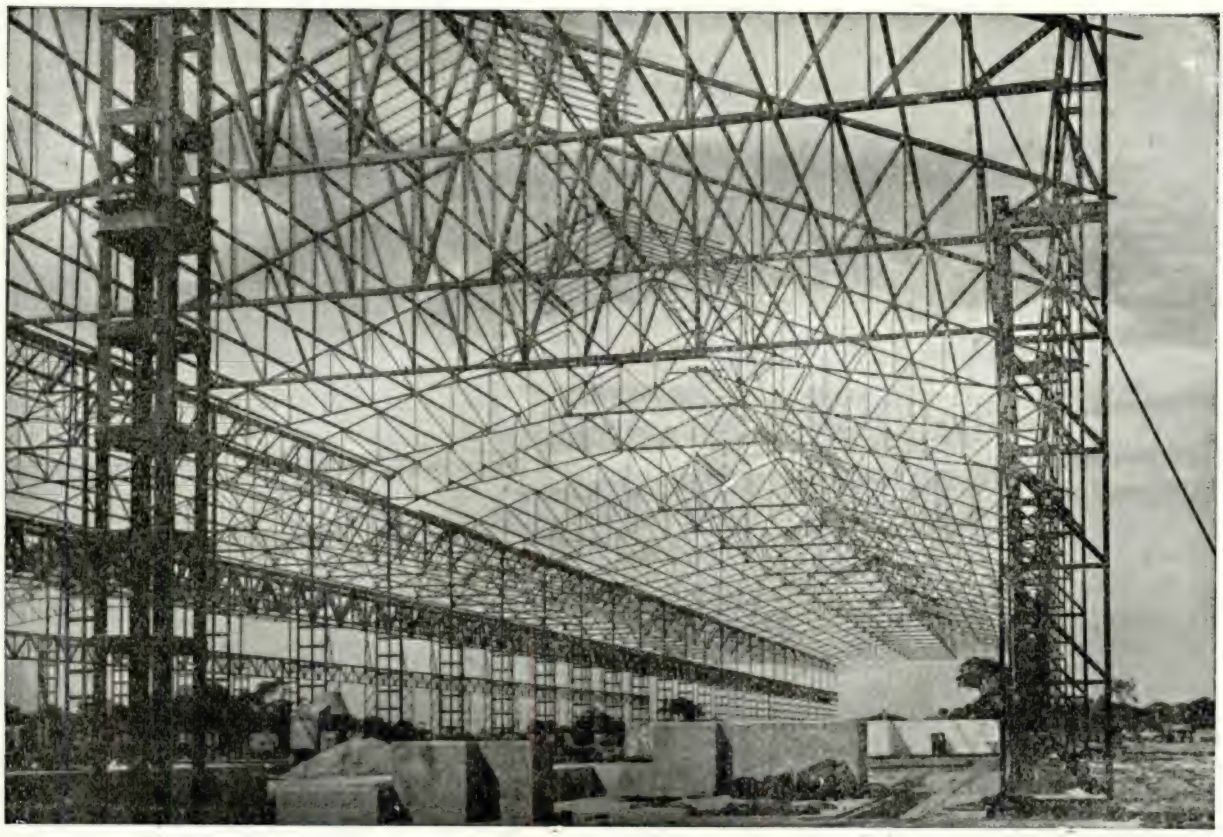
REPRESENTANTE EXCLUSIVO:

SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA, S. A. R. L.

Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8
LISBOA

Ad No. 54-102A—T.P.



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, LTD.ª (Antiga OMES)

FABRICA METALURGICA E CONSTRUTORA

Nesta oficina executam-se também outros trabalhos; como:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 399008 / 399 480

C. D. U. 331.822/823

Bases científicas e pedagogia social da Higiene e da Segurança no trabalho e nas indústrias — Memória 162 — *F. Silva Correia.*

Boletim da Ordem dos Engeeheiros, 4-956, vol. 5, n.° 7

C. D. U. 331.823

A prevenção contra os riscos de acidentes de trabalho — Memória n.° 158 — *Joaquim A. M. da Silveira Malheiro.*

Bol. da Ordem dos Engenheiros, 4-956, vol. 5.°, n.° 7.

C. D. U. 331.823

Reabilitação. Acidentes de Trabalho e recuperação profissional — Memória n.° 159 — *L. A. C-R. Cayola da Motta.*

Bol. da Ordem dos Engenheiros, 4-956, vol. 5.°, n.° 7.

C. D. U. 331.823

Consequências dos acidentes e educação do pessoal — Memória n.° 161. — *Manuel J. L. Pereira.*

Bol. da Ordem dos Engenheiros, 4-956, vol. 5.°, n.° 7.

C. D. U. 548.6 : 549.761.53 + 549.761.63

Pseudomorphoses de Scheelite en Ferbérite — *J. M. Cotelo Neiva + F. S. Carneiro + J. M. Correia Neves.*

Estudos, Notas e Trabalhos do SFM, 1956, vol. 11, n.° 1-2, pág. 113-118.

C. D. U. 549.761.53 + 549.761.63 : 548.6

Pseudomorphoses de Scheelite en Ferberite — *J. M. Cotelo Neiva + F. S. Carneiro + J. M. Correia Neves.*

Estudos, Notas e Trabalhos do SFM, 1956, vol. 11, n.° 1-2, pág. 113-118.

C. D. U. 549.761.63 + 549.761.53 : 548.6

Pseudomorphoses de Scheelite en Ferberite — *J. M. Cotelo Neiva + F. S. Carneiro + J. M. Correia Neves.*

Estudos, Notas e Trabalhos dos SFM, 1956, vol. 11, pág. 113-118.

C. D. U. 55 (54 — 52 : 469)

Notas sobre a Geologia do Sul de Goa — *Gerhard Oertel.*

Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, 1925, vol. 36, pág. 151-157.

C. D. U. 551.311.231 (54 — 52 : 469)

Contribuição para o conhecimento das laterites de Goa — *Gerard Oertel.*

Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, 1955, vol. 39, pág. 159-198.

C. D. U. 551.577

A importância do conhecimento da regularidadede da precipitação — *Mário Trepa + Manuel Romano.*

Boletim da Soc. Estudos de Moçambique, 1955, vol. 25, n.° 92, pág. 143-146.

C. D. U. 553.492.1 (81)

Jazida de Bauxita de Curucutú (Estrada de S. Paulo — *José Carlos Ferreira Gomes.*

Revista da Escola de Minas, 1-956, vol. 20, n.° 2, pág. 7-16.

C. D. U. 612.014.425

Os cuidados com as instalações e a segurança contra a eletrocução acidental — *Amaury Alves Menezes.*

Revista do Clube de Engenharia, 5-956, n.° 237, pág. 47-52.

C. D. U. 616.24 — 003.656.6 : 622.8

Aspectos gerais da silicose — *Fernando Soares Carneiro.*

Estudos, Notas e Trabalhos do SFM, 1956, vol. 11, n.° 1-2, pág. 41-112.

C. D. U. 620.18.001.4 : 669.14

Non-Destructive Metallography of Plain Carbon Steels — *K. Sachs e I. D. Bunton.*

Metallurgia, 11-955, vol. 52, n.° 312, pág. 205-209.

2 referências bibliográficas.

C. D. U. 621.38 : 621.791

El control electronico en la soldadura — *P. van Novijen.*

Philips, 1954, vol. 1, n.° 3, pág. 8-13.

C. D. U. 621.385.833

El microscopio electronico — *A. J. F. Seheephout.*

Philips, 2-954, vol. 1, n.° 1, pág. 25-32.

C. D. U. 621.395.2 : 654.03.003.3

Vollantomatische Gelührenabechnung in Nelenstellenanlagen — *W. Loth.*

S. E. G. Nachrichten, 1956, vol. 4, n.° 1, pág. 4-9.

C. D. U. 621.395.34

Type — 7 Cronlar Selector — *R. W. Hutton.*

3-954, vol. 31, n.° 1, pág. 32-37.

C. D. U. 621.395.631.4 : 621.38

Electronic Generator per operating Telephone singers — *G. H. Brodie.*

3-954, vol. 31, n.° 1, pág. 27-31.

C. D. U. 621.395.636.1

Pentaconta dial Telephone switehing system — *Fernand Gohorel.*

Electrical Communication, 6-954, vol. 31, n.° 2, pág. 75-106.

C. D. U. 621.395.65

Mechanoelectronic Telephone switching system — *Jakob Kruithof.*

Electrical Communication, 6-954, vol. 31, n.° 2, pág. 107-150.

C. D. U. 621.396.225

Aparatos para el laboratorio de A. T. El generador de impulsos — *A. G. de Boer.*

Philips, 1955, vol. 2, n.º 4, pág. 1-8.

C. D. U. 621.791.001.5 : 669

The British Welding Research Association — *H. E. Dixon.*

Metallurgia, 10-955, vol. 52, n.º 312, pág. 185-190-200.

C. D. U. 621.867.2

Transportadores de cinta para grandes pendientes — *Raimundo Pigeolet.*

Informes de la Construcción, 8/9-956, vol. 9, n.º 83.

C. D. U. 622.8 : 616.24 — 003.656.6

Aspectos gerais da silicose — *Fernando Soares Correia.*

Estudos, Notas e Trabalhos do SFM, 1956, vol. 11, n.º 1-2, pág. 41-112.

C. D. U. 622.834

Acidentes com explosivos nas minas e pedreiras. Sua prevenção — *Norberto Queirós + Fernando Carneiro.*

Estudos, Notas e Trabalhos do SFM, 1956, vol. 11, n.º 1-2, pág. 27-40.

C. D. U. 622.869 (469) «1947/1953»

Acidentes mortais nas minas portuguesas durante o período de 1947 a 1953 — *Manuel Cunha Lima + Fernando S. Carneiro.*

Estudos, Notas e Trabalhos do SFM, 1956, vol. 11, n.º 1-2, pág. 1-26.

C. D. U. 623.8 : 669.1

Ferrous Materials in Marine Engineering — *S. F. Dorez*

Metallurgia, 12-955, vol. 52, n.º 314, pág. 271.

C. D. U. 624 012.4 : 539.37 : 531.781 2

Observacion de algunas estructuras de Hormigon Armado — *Manuel Rocha, Ferry Borges* y *Jose Marecos.*

Revista de Obras Públicas, 6-956, vol. 104, n.º 2894, pág. 295-308.

C. D. U. 624.012.47 : 691.327 — 127

Manufacturas Hormigón Precomprimido.

Parte II — Agregados ligeros — *Federico Barona de La O.*

Caminos, 6-956, vol. 15, n.º 6, pág. 17.

C. D. U. 624.014.27

Constructions tubulaires remarquables en Tchécoslovaquie — *Joseph Wanke.*

Acier Stahl Steel, 7 e 8-956, vol. 21, n.ºs 7-8, pág. 305-310.

C. D. U. 624.024 : 691.771

Los tejados de alumínio en condiciones industriales difíciles — *Antonio Millor Arregui.*

Dyna, 11-955, vol. 30, n.º 11, pág. 742-744.

C. D. U. 624.028.2.001.57

Quelques essais sur châssis de fenêtres métalliques — *F. P. Malschaert* e *H. Van Speybroeck.*

Acier Stahl Steel, 6-936, vol. 21, n.º 6, pág. 263-269.

C. D. U. 624.072.33

Calcul des portiques continus sans résolution de systèmes d'équations — *I. Toth.*

Acier Stahl Steel, 6-956, vol. 21, n.º 6, pág. 240-278.

C. D. U. 624.072.33

Sobre un pretendido metodo de Cross A — *Carlos Lorente de Nó.*

Revista de Obras Públicas, 9-956, vol. 104, n.º 2897 pág. 469-481.

C. D. U. 624.074.3

Resolucion gráfica de Bovedas Cascara autoportantes splicada al caso del mercado de Budapest — *Juan E. Baumann.*

Técnica + Arte, 1-953, vol. 1, n.º 4, pág. 43-49.

C. D. U. 624.132 (73)

Explanaciones en la Autopista de Massachusetts.

Caminos y construcción pesada, 6-956, vol. 25, n.º 6, pág. 41.

C. D. U. 624.157.2 : 624.5.013

Trabajos de cimentación del Puente Mackinac.

Informes de la construccion, 6-7-956, vol. 9, n.º 82.

C. D. U. 624.27.012.47 (43)

Puente sobre el Danubio en Möhringen (ponte em curva) — *A. Lämmlein.*

Informes de la construcción, 6-7-956, vol. 9, n.º 82.

C. D. U. 624.27.012.47 (46)

El puente pretensado de Almarail — *Alfredo Paez.*

Informes de la construcción, 6-7-956, vol. 9, n.º 82.

C. D. U. 624.27.016.7 (73)

Puente sobre rio Raritan — *C. H. Gronquist* y *D. B. Steinman.*

Informes de la construcción, 6-7-956, vol. 9, n.º 82.

C. D. U. 624.27.016.7 (73)

Puentes sobre el rio San Jacinto, em Texas — *W. F. Smith.*

Informes de la construcción, 6-7-956, vol. 9. n.º 82.

C. D. U. 624.5.013 : 624. 157.2

Trabajos de cimentación del puente Mackinac.

Informes de la construcción, 6-7-956, vol. 9, n.º 82.

C. D. U. 624. 621 (46)

Puente de Alcántara

Informes de la construcción, 7-8-956, vol. 9, n.º 82

ESCAVADORAS

LINK-BELT

SPEEDER

CLAMSHELL K-360 (Capacidade 1 — 1/2 jd.³)

— **Modelos** Com baldes de 1/2 a 3 jardas cúbicas de capacidade.

— **Equipamentos frontais** «dragline»; balde de garras; guindaste; bate-estacas; valadora e colher escavadora frontal.

— **Comandos hidráulicos** Speed-o-Matic, patente da Link-Belt Speeder.

— **Montagens possíveis:**

LAGARTAS

CHASSIS SOBRE PNEUS

CAMIONS

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS
PARA A METRÓPOLE E ULTRAMAR

ESTABELECIMENTOS HEROLD, L.DA

RUA DOS DOURADORES, 7

LISBOA

C. D. U. 624.914.2 : 63

Applications de l'acier dans l'agriculture — *A. Bozzarelli.*
Acier Stahl Steel, 7 e 8-936, vol. 21, n.os 7-8, pág. 311-316.

C. D. U. 624.914.2

Nouveaux modes de construction des halls métalliques — *O. Jungbluth.*
Acier Stahl Steel, 7 e 8-959, vol. 21, n.os 1-8, pág. 321-325.

C. D. U. 624.92 : 725.22

Groupe d'immeubles H. L. M. à ossature métallique à Rueil — *Pierre Sonrel* e *Jean Duthilleul.*
Acier Stahl Steel, 7 e 8-956, vol. 21, n.os 7-8 pág. 317-320.

C. D. U. 624.94 : 625 : 43

Passage supérieur au-dessus de la route fédérale Wuppertal — Elberfeld (Alemagne) — *Henrich Hiss.*
Acier Stahl Steel, 7 e 8-956, vol. 21, n.° 7-8, pág. 293-296.

C. D. U. 624.94 : 725.4

La nouvelle usine «Mercédes-Benz» à Malines.
Acier Stahl Steel, 7 e 8-956, vol. 21, n.os 7-8, pág. 289-292.

C. D. U. 624.94 : 725.4

Extension des Ateliers de la Société Adam Opel & C° à Rüsselskeim sur-le-Main (Allemagne).
Acier Stahl Steel, 6-956, vol. 21, n.° 6, pág. 254-255.

C. D. U. 624.94.014.27 : 725

Um essai d'architecture tubulaire — *Edouard Albert.*
Acier Stahl Steel, 7-956, vol. 21, n.° 6, pág. 241-245.

C. D. U. 624.94.014.27.072.33

Immeuble à ossature tubulaire rue Jouffroy à Paris. — *Jean L. Sarf.*
Acier Stahl Steel, 6-56, vol. 21, n.° 6, pág. 246-253

C. D. U. 624.953 (204.1)

Tanks immergés — *N. Scherren.*
Acier Stahl Steel, 6-956, vol. 21, n.° 6, pág. 261-262.

C. D. U. 625.43 : 624.94

Passage supérieur au dessus de la route fédérale Wuppertal-Elberfeld (Alemagne) *Henrich Hiss.*
Acier Stahl Steel, 7 e 8, vol. 21, n.os 7-8, pág. 293-296.

C. D. U. 625.8.089.111/2

Tendencias en los equipos Norteamericanos para capas de sellado y tratamientos Bituminosos Superficiales — *William H. Schuelie.*
Caminos y Construcción Pesada, 6-956, vol. 25, n.° 9 pág. 49.

C. D. U. 627.33

Rio de Janeiro vierte un cerro en el Mar.
Caminos y Construcción Pesada, 6-956, vol. 25, n.° 6, pág. 58.

C. D. U. 627.75

Los Puertos Mediterrâneos Andaluces y las obras para impedir sus aterramientos — *Vicente Laporta Perez.*
Revista de Obras Públicas, 7-956, vol. 104, n.° 2895, pág. 369/377.

C. D. U. 627.823 : 621.873

Se construye una Presa con una gigantesca Grúa Fija — *Luciano Coen.*
Caminos y Construcción Pesado, 6-956, vol. 25, n.° 6, pág. 25.

C. D. U. 627.831.001.57

Algunos ensayos hidráulicos en modelo reducido — *M. Bolo* e *C. Aguilera.*
Revista de Obras Públicas, 6-956, vol. 104, n.° 2894, pág. 319-329.

C. D. U. 627.842

Cuvelage de la cheminée d'equilibre de Cap de Long-Pragnères (France) — *Gaston Benoist.*
Acier Stahl Steel, 7 e 8-956, vol. 21, n.os 7-8, pág. 297-304.

C. D. U. 628.14 [666.9] : 537.533

Protecção catídica das linhas de concreto protendido — *Eduardo Gomes dos Reis.*
Revista DAE, S. Paulo, 5-956, vol. 17, n.° 27, pág. 73-88.

C. D. U. 628.15

Factores de projecto para instalações domiciliares de água pelo de Roy B. Hunter — *Marcelo Francisco de Lima.*

C. D. U. 628 22 [389.6]

Normas e especificações para projectos de redes de esgotos sanitários da cidade de São Paulo — *José Meiches.*
Revista da DAE, S. Paulo, 5-956, vol. 17, n.° 27, pág. 125-153.

C. D. U. 629.123.4

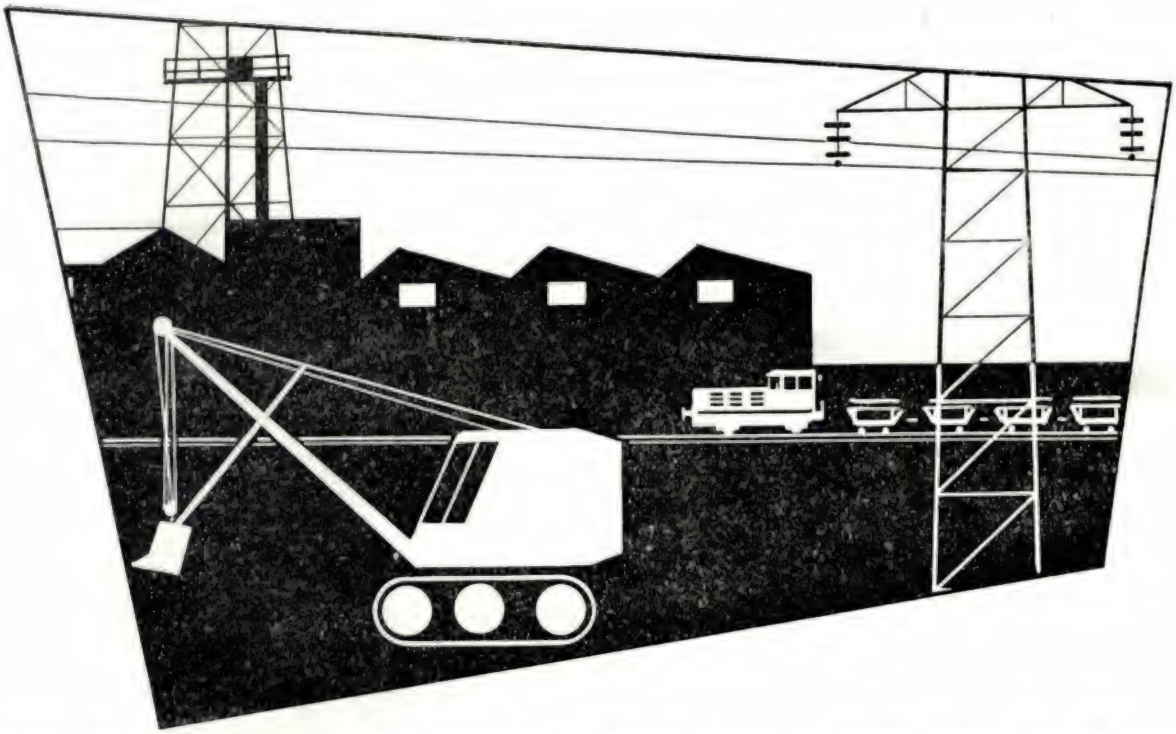
Como se deve encomendar um navio de carga — *Gago Medeiros.*
Révista do Clube de Engenharia, 6-956, n.° 238, pág. 28-33.

C. D. U. 65.011

Productividad humana — *Pedro Berlin Sancho.*
Racionalización, 5-6-956, vol. 9, n.° 3, pág. 200-212.

C. D. U. 656.615

La Explotacion de Puertos. Sus problemas — *Francisco Enriquez Agost.*
Revista de Obras Públicas, 3-956, vol. 104, n.° 2891, pág. 113-125.



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS, ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS - ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 — PORTO

C. D. U. 656.615

La Explotacion de Puertos. Sus problemas — *Francisco Enriquez Agost.*
Revista de Obras Públicas, 5-956, vol. 104, n.º 2893, pág. 255-263.

Três referências bibliográficas.

C. D. U. 656.221 : 625.184.4

Circulacion del material ferroviario en las curvas — *Anacleto Tobar.*
Técnica e Arte, 10-952, vol. 1, n.º 1, pág. 19-26.

C. D. U. 656.257 : 621.318.5

L'autamation des aiguilles dans les gares de triage — *A. Maon et M. Garet.*
ACEC Revue, 1956, n.º 1, pág. 33-42.

C. D. U. 658.386

Selecção y orientacion professional — *Ricardo Ibanola*
Racionalizacion, 1-3, 1956, n.º 2, pág. 106.

C. D. U. 658.386 (73) : 373

Formacion professional y de mandos en la empresa Americana — *Francisco Barcelo.*
Racionalizacion, 1-3, 1956, n.º 2, pág. 97.

C. D. U. 661.7.097

Catálise orgânica pela troca de iões — *R. Glinat.*
Análise, 6-956, n.º 45, pág. 36-43.

C. D. U. 662.5 : 534.321.9

Os ultrasons e as suas aplicações especialmente nas indústrias petrolíferas.
Anâlise, 6-956, n.º 45, pág. 9-22.

C. D. U. 662.61 : 621.18

Balance termice y rendimiento de calderas referido al poder colorífico superior o al inferior — *Ernesto Prebish.*
Técnica + Arte, 5-953, vol. 1, n.º 4, pág. 63-66.

C. D. U. 662.7 : 543

Test of Accuracy of Laboratory Preparation añd Analysis of Coal Samples — *R. L. Coryell e F. J. Schwerd.*
Combustion, 6-955, vol. 27, n.º 6, págs. 44-47.

C. D. U. 665.34 : 691.576

Les Huiles siccatives usuelles et le jaunissement des films de peinture — *M. M. Fauvre.*
Annales de l'I. T. du B. et des T. P., 7-8, 1956, vol. 9, 103-4, pág. 677-679.

C. D. U. 665.345.4 : 691.576

L'Huile de lin dans le Batiment — *M. J. P. Helene.*
Annales de l'Institut Technique du Batiment, 7-8, 1956, n.º 103-104, pág. 671.

C. D. U. 666.71 : 691.53.001.57

El Ladrillo, el Mortero y el Muro — *Francisco Arredondo.*
Revista de Obras Públicas, 7-956, vol. 104, n.º 2895, pág. 391-394.

C. D. U. 666.71

Ladrillos ceramicos. Especificaciones técnicos y su utilidad en techos y entrepisos — *Ocaranza y Franco.*
Técnica e Arte, 10-952, vol. 1, n.º 1, pág. 52-62.

C. D. U. 669 — 135 : 669.717

Extruding Aluminium Alloy Section.
Metallurgia, 12-955, vol. 52, n.º 314, pág. 277.

C. D. U. 669 — 174

Recristallizattion in Metals as a Recoveres — Nucleated Process — *A. I. Kennedy.*
Metallurgia, 12-955, vol. 52, n.º 314, pág. 265.

C. D. U. 669.1 : 623.8

Ferous Materials in Marine Engineering — *S. F. Dorey.*
Metallurgia, 12-955, vol. 52, n.º 314, pág. 271.

C. D. U. 669.173.22 — 492.2 : 621.318.2

A Methol of Preparing Iron Powder for permanent Magnits — *E. U. Carenan.*
Metallurgia, 6-955, vol. 52, n.º 312.

C. D. U. 669:37 : 621.643.2

Copper tube production.
Metallugia, 6-955, vol. 52, n.º 312, pág. 159.

C. D. U. 669.717 : 669—135

Extruding Aluminium Alloy Sections.
Metallurgia, 12-955, vol. 52, n.º 314, pág. 277.

C. D. U. 678.023.3 : 621.34

Nouvel équipement de commande pour mélangenrs à caoutchouc — *W. Bengtson.*
ASEA Revue, 1956, vol. 28, n.º 2, pág. 23-28.

C. D. U. 678.003.38 (44) «1955»

Production et consommation françaises en résines plastiques — *Jacques Combette.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8 n.º 4, pág. 4 a 16.

C. D. U. 678.01 : 539.43/46

Le coefficient de frottement du «Téflon» — *J. B. Thompson, G. Turrell* e *B. Sandt.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8 n.º 4, pág. 38 a 42.

C. D. U. 678.01 : 539.3

Èlasticimètre pendulaire pour très petites éprouvetts — *P. le Rolland et P. Sorin.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8 n.º 4, pág. 34 a 37.

Não admira que o ferro fundido "G.E." (grafite esferoidal) seja hoje tão empregado em construções mecânicas, no fabrico de peças submetidas a grandes esforços ou pressões, trabalhando nas mais severas condições de serviço. O ferro fundido "G.E." tem características mecânicas muito superiores ao ferro fundido normal e além disso *é ductil*. Possui o ferro fundido "G.E.", por outro lado, a boa resistência à corrosão do ferro fundido normal. Se aliada a estas qualidades acrescentamos a de poder ser facilmente soldado e trabalhado à máquina, compreenderemos por que razões o ferro fundido "G.E." é escolhido e preferido pelos engenheiros de muitas indústrias—construções mecânicas ou navais—de material para caminhos de ferro ou para transportes rodoviários — minas — etc. As suas inúmeras aplicações explicam o desenvolvimento extraordinário do seu fabrico, nos países técnica e industrialmente mais avançados.

O ferro fundido "G.E." (ferro com grafite esferoidal) é fabricado sob licença e ao abrigo de patentes registadas em nome de The Mond Nickel Company Ltd.

Em Portugal está licenciada para a produção de ferro fundido "G.E." a firma:

Alfredo Alves & Cª (Filhos), Venda Nova e Lisboa.

MOND NICKEL

THE MOND NICKEL COMPANY LIMITED THAMES HOUSE MILLBANK LONDON SW1

C. D. U. 678.02 — 462

Techniques de boudinage — *Jean Peynichou.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8 n.° 4, pág. 24 a 27; 5-956, vol. 8, n.° 5, pág. 26 a 30.

C. D. U. 678.027.7.01 : 539.53

Mesure de la fluidité des thermodurcissables — *R. Tuffery.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8 n.° 4, pág. 44 a 46.

C. D. U. 678.05 — 752

Suppression des pulsations de débit en boudinage.
Industrie des Plastiques Modernes, 3-956, vol. 8 n.° 3, pág. 15 a 17.

C. D. U. 678.057.74 — 52

Doseur-équilibreur automatique d'injection — *J. Facon.*
Industrie des Plastiques Modernes, 3-956, vol. 8 n.° 3, pág. 22 a 23.

C. D. U. 678.05.791.7

Soudure électronique et confection — *J. Blond.*
Industrie des Plastiques Modernes, 3-956, vol. 8 n.° 3, pág. 1 a 5.

C. D. U. 678.06 : 621 — 74/75

L'Enrobage intégral — *Jean Leclère.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8 n.° 4, pág. 17 a 18.

C. D. U. 678.06 : 621.315

Plastiques et cablerie — *H. Lemainque.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8 n.° 4, pág. 42 a 44.

C. D. U. 678.74.06 — 496.1

Séparateurs vinyliques microporeux — *B. Jevelot.*
Industrie des Plastiques Modernes, 3-956, vol. 8 n.° 3, pág. 6 a 7.

C. D. U. 678.632

Les phénoplastes — *M. Suprin.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8 n.° 4, pág. 28 a 32.

C. D. U. 678.742.2.06

Cires de polyéthylène à bas poids moléculaire — *A. Destable.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8, n.° 4, pág. 21-23.

C. D. U. 678.743.22 — 498.4

Plastisols de chlorure de polyvinyle — *C. Deterre.*
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8, pág. 32-34.

C. D. U. 678·762.2 — 139 : 621.6

Tuyaux en «Kralastic» pour les hydrocarbures, les gaz naturels, l'eau salée, les produits chimiques.
Industrie des Plastiques Modernes, 4-956, vol. 8, n.° 4, pág. 1-3.

C. D. U. 691.161.001.573

Un nuevo metodo de Deducir el Caracter Reologico de los Betunes Asfalticos — *Juan Ortega.*
Revista de Obras Públicas, 7-956, vol. 104, n.° 2895, pág. 378-390.

C. D. U. 691.318.2 + 691.318.8

Materiales de construccion — Hormigones livianos con Escorias de Altos Hornos de Piedra Pómez de Salta — *Ernesto José Tribiño.*
Técnica + Arte, 5-953, vol. 1, n.° 4, pág. 21-29.

C. D. U. 691.327 — 127 : 624.012.47

Manufacturas de Hormigón Precomprimido Parte II — Agregados Ligeros — *Frederico Barona de La O.*
Caminos y Construccion Pesada, 6-956, vol. 15, n.° 6, pág. 17.

C. D. U. 691.327 — 11.002.22

Les divers procédés d'accélération de la prise et du durcissemament des betons applicables a la préfabrication — *M. J. Brocard.*
Annales de l'Institut Technique du Batiment, 7-8, 1956, n.° 103-104, pág. 710.

C. D. U. 691.327 — 211

Problems of calculation o concret mixtures — *S. Popovics.*
Acta Technica, 1955, vol. 9, n.° 1-2, pág. 85-98.

C. D. U. 691.327.216 : 627.823.46

Los productos químicos de adicion en hormigones de presas de embalse — *Jose Rayon e Willy Hinnen.*
Revista de Obras Públicas, 3-956, vol. 104, n.° 2891, pág. 148-151.

C. D. U. 691.53.001.57 : 666.71

El Ladrillo, el Mortero y el muro — *Francisco Arredondo,*
Revista de Obras Públicas, 7-956, vol. 104, n.° 2895. pág. 391-394.

C. D. U. 691.576 : 666.34

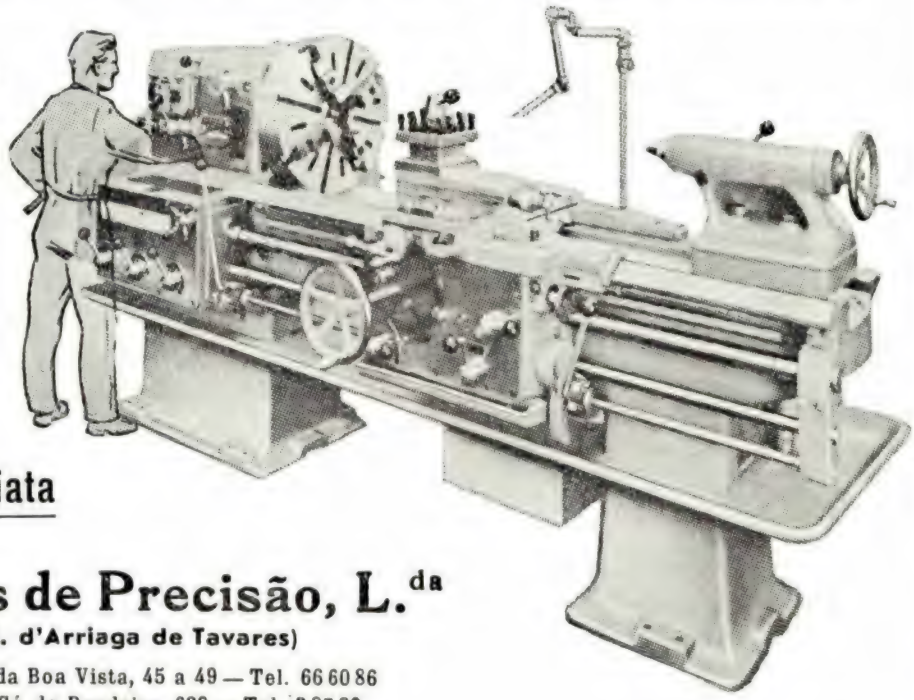
Les Huiles siccatives usuelles et le jaunissement des films de peinture — *M. M. Fauve.*
Annales de l'I. T. du B. et des T. P., 7-8, 1956, vol. 9, n.° 103-4, pág. 677-679.

C. D. U. 691.576 : 665.345.4

L'Huile de lin dans le Batiment — *N. J. P. Helme.*
Annales de l'Institut Technique du Batiment, 7-8, 1956, n.° 103-104, pág. 671.

MÁQUINAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE

Tornos Paralelos
Limadores
Engenhos Radiais
Máquinas de Rectificar
Tornos Revólver
Frezas
Escateladores
Plainas
Mandriladoras

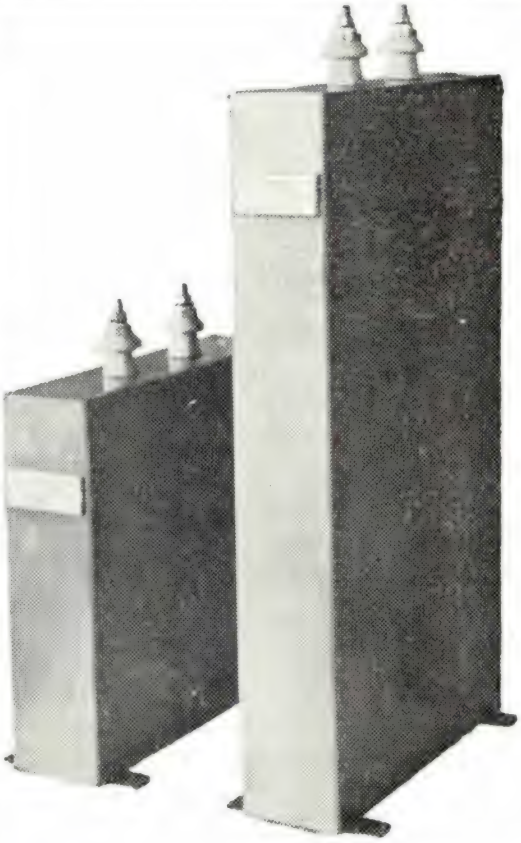


Entrega imediata

Máquinas de Precisão, L.da

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

LISBOA: Rua da Boa Vista, 45 a 49 — Tel. 66 60 86
PORTO: Rua Sá da Bandeira, 629 — Tel. 2 87 20
LUANDA: R. Pereira Forjaz, 79 — Caixa Postal 304



CORRECÇÃO DO COS φ

COM

CONDENSADORES

HAEFELY

PARA ENTREGA IMEDIATA

REPRESENTANTES

AZEVEDO & PESSI, L.DA

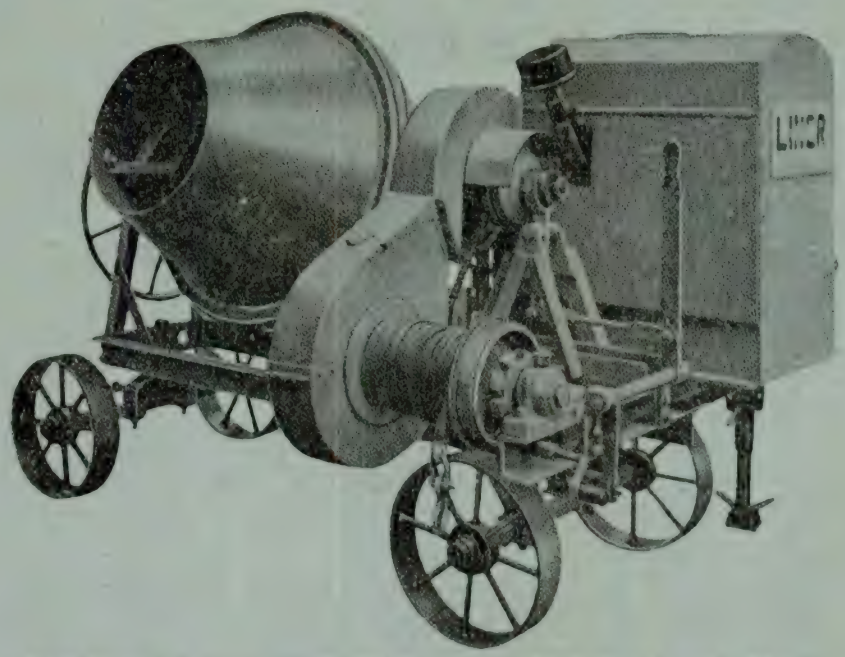
RUA NOVA DO ALMADA, 46-1.º — LISBOA

Telef.: 2 44 95 — 2 98 79 — 2 03 54

BETONEIRAS

CAPACIDADES DE 85 A 400 LITROS

Modelo 5-3 1/2 P. C. – Capacidade 150 Litros



Modelo 7-5 P. C. com Guincho – Capacidade 200 Litros

EM ARMAZÉM: 150 Litros
200 Litros com Guincho
270 Litros com Carregador Hidráulico

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 (Alcântara) — LISBOA

Telef. 63 70 83 (P. B. C. 3 linhas)

TABELAS
DE
BETÃO ARMADO

Pelo Eng.º Fernando Vasco Costa

3.ª EDIÇÃO

revista e aumentada pelo autor

e Eng.º João d'Arga e Lima

PREÇO 120$00

Assinantes: Desconto de 10 %

Pedidos à «TÉCNICA»

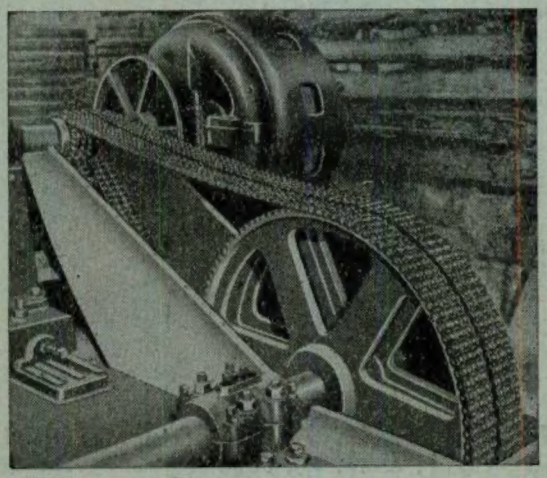
PARA TRANSMISSÕES

SIMPLES OU DIFÍCEIS

HÁ SEMPRE UMA SOLUÇÃO IDEAL

POR CORRENTE

RENOLD



GARANTIA ABSOLUTA — ORÇAMENTOS GRÁTIS

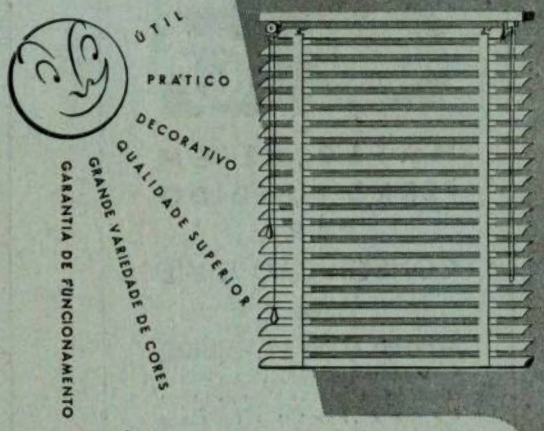
HARKER, SUMNER & C.ª, L.DA

38, Rua de Ceuta, 48 PORTO — 14, Largo do Corpo Santo 18 LISBOA

PERSIANAS

REXAL

DE RÉGUAS REGULÁVEIS EM ALUMÍNIO



AGÊNCIA COMERCIAL DINAMARQUESA

DE REPRESENTAÇÕES E INDÚSTRIA, LDA.

Fábrica: Campo de Santa Clara, 78 — LISBOA

Telef. 84 93 92

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:

Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:

Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:

AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

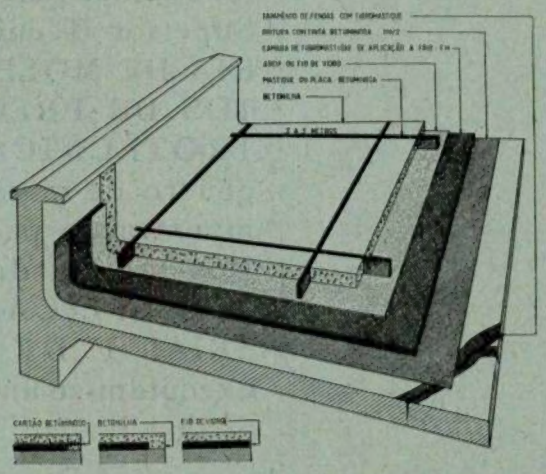
TODOS OS MATERIAIS PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO

PRODUZIDOS PELO MESMO

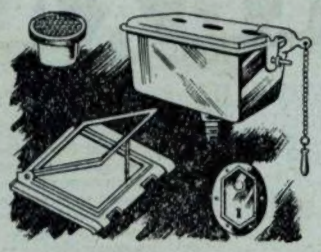
FABRICANTE

Placas Betuminosas, Fibromastiques, Tintas Betuminosas, Mastiques, Emulsões, Colas, Cartões Betuminosos e Papéis Asfaltados



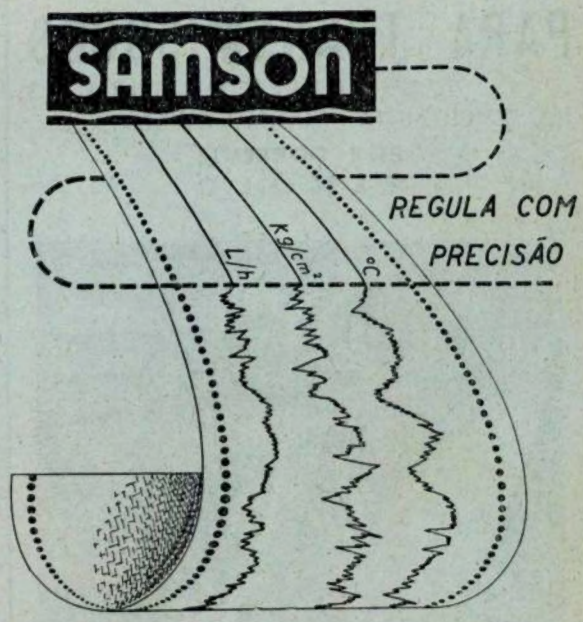
GUEDES & SANTOS SILVA, LDA.

R. de Pedrouços, 49 ● Tel. 61 13 16 ● LISBOA



MATERIAL EM
FERRO FUNDIDO
PARA
CONSTRUÇÃO CIVIL

ALFREDO ALVES & C.ª (FILHOS)
R. ACADEMIA DAS CIENCIAS, 5 • LISBOA
TELEFONES 31710 • 31718 • 31719
CAIXA POSTAL 409



TEMPERATURA, PRESSÃO E DÉBITOS
PARA VAPOR, ÁGUA, AR, ÓLEO E OUTROS FLUIDOS

BOUHON & IRMÃO, LTD.

EM LISBOA: Av. Júlio Diniz, 26, r/c Esq.
Telef.: 77 36 03, 77 86 85
NO PORTO: Rua Antero do Quental, 615
Telef. 4 0118 — 4 0119

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

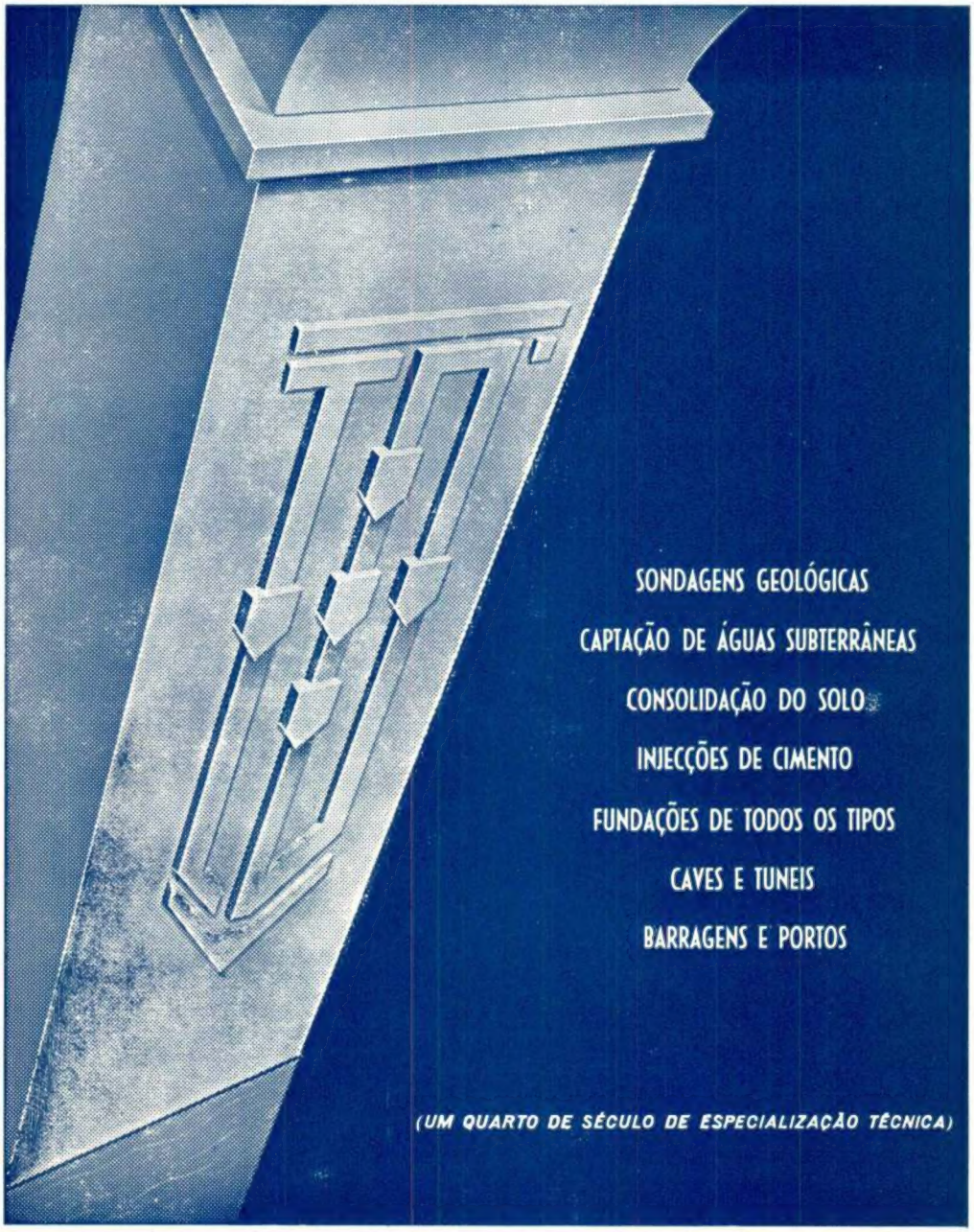
Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA



S. A. BROWN BOVERI & CIE.

BADEN (SUÍÇA)

REPRESENTANTE GERAL EM PORTUGAL:

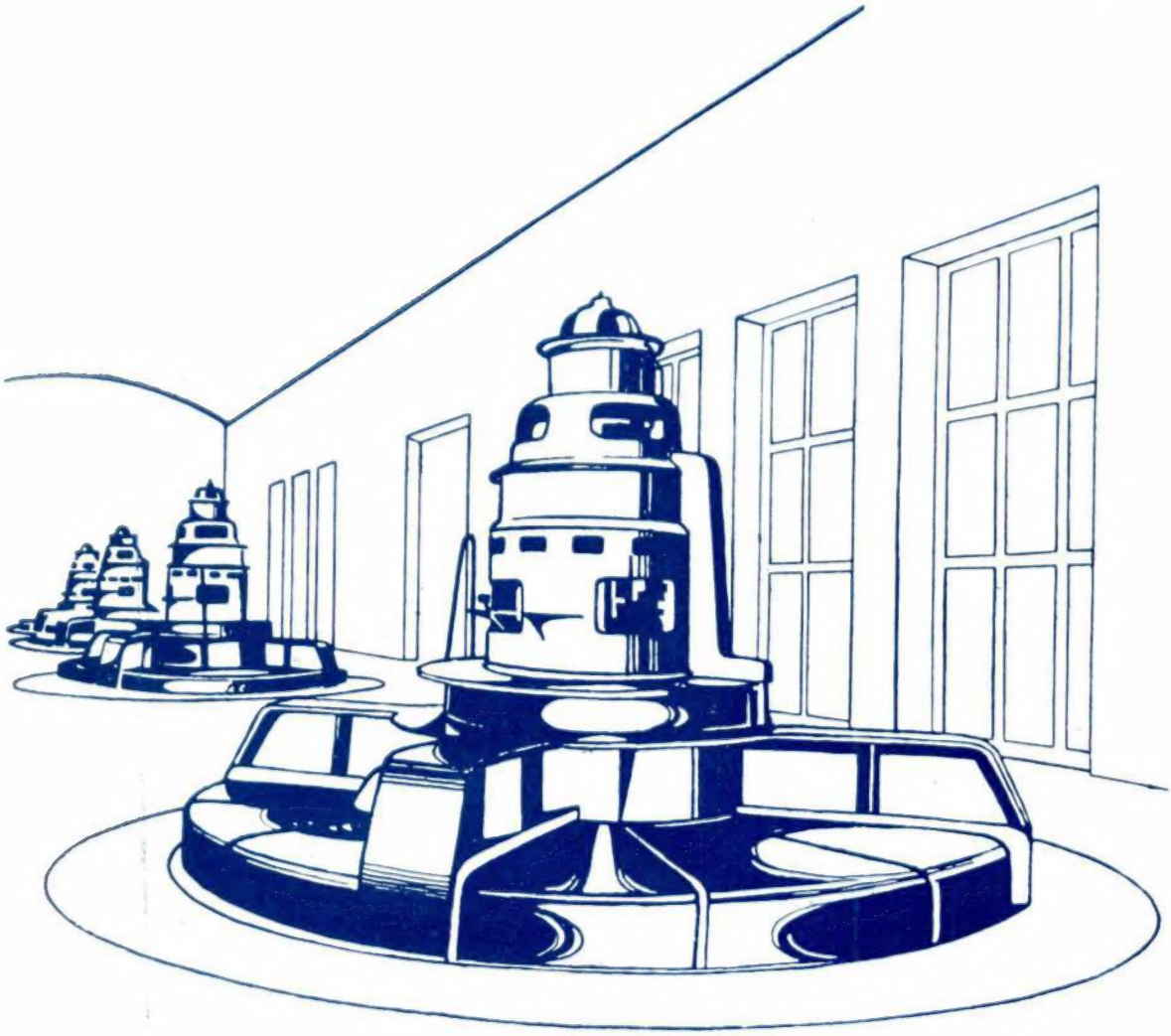
Sociedade de Electricidade BROWN BOVERI, LIMITADA

Rua de Sá da Bandeira, 481-2.°

(Palácio do Comércio)

Telefone 2 3411

PORTO



BROWN BOVERI & CIE. instala centrais hidroeléctricas e termoeléctricas. A Portugal já forneceu muitas entre as quais SALAMONDE, no rio Cávado com dois grupos de 29.600 cavalos cada um. Procede à montagem do maior alternador instalado em Portugal, 60.000 kVA, na central de VILA NOVA, no rio Cávado. Em fabricação o maior turbo grupo que vai existir neste País com turbina a vapor de 76.000 cavalos.